

# MEMORIAL DE ARTILLERÍA

Número 172/1 - Junio de 2016



Explotación de datos de registro SKYDOR y su  
representación visual

Empleo de los apoyos de fuego en la  
"Operación Serval"

# MEMORIAL DE ARTILLERÍA

*“FUNDADO EN 1844,  
TRATA DE SER UN  
PUNTO DE ENCUENTRO  
DE ARTILLEROS.”*

*“REVISTA SEMESTRAL  
DONDE SE EXPONEN  
NOTICIAS, VICISITUDES  
Y PERSPECTIVAS DEL  
ARMA.”*

*“Todos para  
cada uno  
y cada uno  
para  
los demás”*

PARA CUALQUIER CONSULTA:

ACADEMIA DE ARTILLERÍA  
(SECRETARÍA DEL ARMA).  
C/ SAN FRANCISCO, 25.  
40001 SEGOVIA

TFNOS:

921413806/51/16.

RPV:

8813806/51/16

[memorial-artilleria@et.mde.es](mailto:memorial-artilleria@et.mde.es)



## EDITA:



ISSN: 2444-7595

NIPO: 083-15-194-1 (impresión bajo demanda)

NIPO: 083-15-195-7 (edición en línea)

**DIRECTOR:** coronel inspector de Artillería y Director de la Academia de Artillería.**CONSEJO DIRECTIVO:** general jefe del MACA y general Jefe del MAAA.**CONSEJO DE REDACCIÓN:** coronel secretario del Arma; teniente coronel jefe de estudios; coronel jefe de la JAD.; teniente coronel jefe del CAS; jefe del EM. del CG. del MACA.; jefe del EM del CG. del MAAA.; suboficial mayor de la ACART.**REDACCIÓN:** Secretaría del Arma.

Academia de Artillería. San Francisco, 25

Apartado de Correos n.º 6. 40080 Segovia.

Teléf.: 921 41 38 06 Fax: 921 41 38 01

memorial-artilleria@et.mde.es

**EDICIÓN GRÁFICA Y MAQUETACIÓN:**

Academia de Artillería

Este Memorial se puede solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda. Impreso de solicitud disponible al final del Memorial.

Los números editados se pueden consultar en formato electrónico en:

<http://publicaciones.defensa.gob.es/inicio/revistas>**App Revistas Defensa:** disponible en tiendaGoogle Play <http://play.google.com/store> para dispositivos Android, y en App Store para iPhones e iPads, <http://store.apple.com/es>

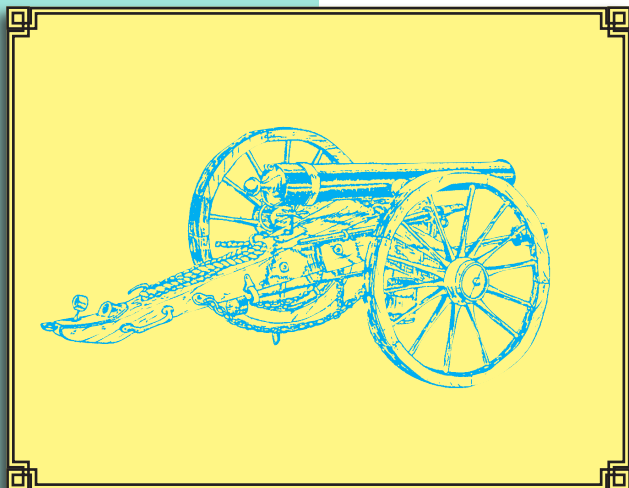
El Memorial de Artillería es una publicación profesional. Tiene por finalidad difundir ideas y datos que, por su significación y actualidad, tengan un interés especial y resulten de utilidad para los componentes del Arma. Con la exposición de noticias, vicisitudes y perspectivas, se logra difundir lo actual, el futuro y el pasado de la Artillería. Así se impulsan las acciones que tienen por objeto exaltar sus valores y tradiciones, relacionar a sus Unidades y a sus miembros tanto en activo como en cualquier situación. Los trabajos publicados representan, únicamente, la opinión de sus autores.

**Mando de Artillería Antiaérea****10** Análisis y reflexiones 2016**Instrucción y Empleo****19** Pueden los UAV sustituir a los OAV**31** Flexibilidad del fuego indirecto: sistema de fuegos y empleo de la Artillería**42** Baterías Ligeras en los Nuevos Grupos de Artillería de las BOP Cadenas**48** Las publicaciones doctrinales de Artillería de Costa**57** Empleo de los Apoyos de Fuego en la "Operación Serval"**67** Explotación de datos de registro Skydor y su representación visual**79** La integración del sistema PATRIOT en el sistema de defensa aérea**Técnica e investigación****87** Fondos inéditos de Daoíz y Velarde en el Alcázar de Segovia**Historia****99** Qvadernum Historiae XIII

Apuntes sobre la historia de la Artillería (V)

Del empirismo a la ciencia: los primeros tratadistas y las escuelas españolas de artillería

**Laureados****114** Capitán de Artillería Don Joaquín Planell Riera**2** Editorial**3** Personaje Ilustre**6** Noticias del Arma**8** Noticias de la Academia**96** ¿Sabías que...?**124** Nuestras Promociones**109** Decía el Memorial hace 100 años**124** Abstract



## EDITORIAL

¿Quién era Jorge Vigón? Creo que es una pregunta que para los artilleros no es difícil de responder; todos conocemos a este militar que fue Premio Nacional de Literatura y de Periodismo pero, ¿por qué hablo de Jorge Vigón? La razón es muy sencilla, en la introducción de una de sus obras: *Historia de la Artillería Española*, hace referencia a la importancia del Memorial de Artillería, al que recurrió como fuente inevitable de datos y referencias, archivos de memorias y trabajos de gran importancia. La conclusión es clara, una persona como Jorge Vigón recurre al Memorial como referente por la importancia de su contenido, por lo tanto, nosotros tenemos la obligación moral de que el Memorial siga siendo ese punto de referencia al que todos podamos recurrir en un determinado momento como difusor del conocimiento artillero a nivel nacional.

En esta ocasión contamos con apartados de todas nuestras especialidades: Costa, con el artículo “Las Publicaciones de Artillería de Costa”; de Campaña, con los artículos “Baterías Ligeras en los Nuevos Grupos de Artillería de las BOP Cadenas”, “Análisis y reflexiones del MACA”, “La flexibilidad del Fuego Indirecto”, “Los apoyos de fuego en la operación Serval”, “¿Pueden los UAV sustituir a los OAV? ; y de Antiaérea con los artículos “Explotación de datos de registro Skydor y su representación visual” y “La integración del Patriot en el Sistema de Defensa Aérea”.

En la sección de Técnica e Investigación publicamos el artículo denominado “Fondos Inéditos de Daoiz y Velarde en el Alcázar”, que aunque a priori pudiera parecer un artículo histórico, en realidad no lo es, al tratarse de una investigación llevada a cabo hace muy poco en relación a nuestros héroes artilleros.

Finalizamos la revista con la sección Histórica, con nuestras secciones habituales del Quadernum Historiae y Laureados de Arma.

No quiero concluir este editorial sin alentar de nuevo a todos nuestros lectores para que se animen a escribir y nos manden sus artículos a este nuestro Memorial, única revista artillera a nivel nacional, y como ya comenté en su anterior número, una de las más antiguas del mundo.

Javier Alonso Bermejo  
Coronel Director de la Academia de Artillería  
y Director del Memorial de Artillería

# Personaje Ilustre

## **DON ANGEL SANZ ARÁNGUEZ**

Permítannos que hoy no hablemos en esta sección de nuestro Memorial, de grandes personajes ilustres, que con sus vidas y hechos de armas, hayan dejado huella en nuestra historia militar. Hoy vamos a hablar de una persona sencilla y anónima, que seguramente ha sido, hasta el día de su muerte, el artillero más longevo de nuestro ejército.

Ángel Sanz Aránguez, teniente coronel de artillería y alcalde de la ciudad de Segovia murió en Majadahonda (Madrid), el pasado 22 de febrero de 2016 a la edad de 105 años.

No queremos dejar pasar esta ocasión para desde estas páginas rendirle un emotivo y póstumo homenaje.

Nació en Prádena (Segovia) el 27 de enero de 1911. El segundo de cinco hermanos pasó gran parte de su infancia en esta localidad donde su padre se dedicaba a la ganadería. Durante su infancia y juventud acompañaba a su padre en los viajes que hacían cuando llevaban los rebaños al Valle de Alcudia (Ciudad Real).

Estudió en el Instituto Mariano Quintanilla de Segovia, donde recibió clases de francés del mismísimo Antonio Machado.

Ingresa en el Ejército como artillero de 2ª, el 25 de enero de 1933 en el Regimiento de Artillería Ligera nº 14, alcanzando los empleos de cabo, sargento y alférez de complemento, licenciándose el 28 de septiembre de 1933. Cuando estalla la guerra civil española, el 18 de julio de 1936, se incorpora al Ejército del bando nacional con el empleo de alférez de complemento de artillería, prestando sus servicios en las Milicias JAP (Juventudes de Acción Popular) de Prádena. En septiembre de 1936 pasa al Regimiento de Artillería Ligera nº 13 hasta octubre de 1936. A partir de esta fecha pasa agregado al Destacamento de Recuperación del Parque de Artillería de Valladolid hasta fin de febrero de 1938. En este destacamento asciende a teniente de complemento de artillería el 7 de mayo de 1937. Realiza el curso de ascenso a capitán de artillería de complemento, en la Academia de Artillería de marzo a junio de 1938, ascendiendo a este empleo el 16 de junio de 1938, siendo destinado a la Agrupación de



Artillería de Ceuta hasta fin de julio de 1939. Permanece en situación de licenciado hasta mayo de 1940. Un decreto de 2 de septiembre de 1939 dicta normas para el ingreso en la Escala Activa del Ejército de los Capitanes, Tenientes y Alféreces provisionales y de complemento y cadetes de las academias militares, marcando la duración de 18 meses para el curso de transformación, así como el empleo al que han de ser promovidos los que lo cursen con aprovechamiento. Acogiéndose a este decreto ingresa en la Academia de Artillería, pasando a formar parte de la 230 Promoción, 1ª de Transformación. Al igual que nuestro protagonista muchos integrantes de esta promoción eran ya oficiales cuando ingresaron como cadetes en la Academia de Artillería, empleos conseguidos durante la Guerra Civil, y por tanto venían de mandar y pasaban a ser mandados. El 28 de febrero de 1942 termina sus estudios en la Academia, recibiendo el despacho de Teniente Profesional de artillería con antigüedad de 31 de marzo de 1939. Ocupó diferentes destinos en los Regimientos de Artillería nº 34, nº 11, nº 61, nº 41, y en la Reserva General de Artillería, donde fue ayudante de campo del General de Brigada de artillería D. Carlos Díaz Varela y Ceano-Vivas, ascendiendo a Capitán profesional el 27 de abril de 1942, y a Comandante el 27 de noviembre de 1947. En este empleo vuelve a ser destinado a la Academia de Artillería como profesor, don-

de permanece hasta su pase a la reserva el día 26 de septiembre de 1953. En situación de reserva, primero en la plaza de Segovia y más tarde en la de Madrid hasta el 27 de enero de 1973. Alcanzó el empleo de teniente coronel honorífico de artillería el 25 de noviembre de 1960.

Casado con la segoviana Rosa Rueda tuvo cinco hijos, cuatro mujeres y un varón.

Tras su pase a la reserva fue propuesto por el General Vigon para tomar el bastón de mando de la ciudad de Segovia. Entre los años 1956 a 1964 fue alcalde de la ciudad. Asimismo como consecuencia de su designación como Alcalde-Presidente del Ayuntamiento de Segovia, el 10 de abril de 1956 fue incluido en las listas de Procuradores a Cortes.

“Me recibieron con mucho cariño y la corporación me ayudó mucho, también mis antiguos compañeros militares de la Academia. No fue difícil ser alcalde porque los segovianos se amoldaron a la situación, estábamos en un periodo de recuperación, no hubo luchas políticas ni grandes problemas”.

Como alcalde fue el responsable de otorgar su configuración actual a la Plaza Oriental situada junto al Acueducto, derribando diversas construcciones, quedando como un espacio diáfano, mejorando por tanto la contemplación del monumento en su parte más elevada.

El 20 de febrero de 1957, escribe al ministro de Obras Públicas, el conde de Vallellano, para que acometa la reforma de la zona. El regidor propone la desaparición de “todas las construcciones, que en la actualidad empujan y obstruyen el lógico acceso al Acueducto, construcciones en su mayor parte de pobre y precaria presencia, residuo de viejas aglomeraciones que afean y desentonan notablemente el marco que preside el famoso monumento romano”.

Igualmente durante su mandato se amplió como avenida la calle de Fernández Ladreda, una de las principales arterias comerciales y peatonales de la ciudad.

El 16 de mayo de 1964, durante los actos de celebración del 200 aniversario de la creación del Colegio de Artillería, y gracias a las gestiones del alcalde Sanz Aranguez se acordó imponer el nombre de “Plaza de la Artillería” a la hasta entonces denominada Plaza Oriental.

Cuando dejó el cargo de alcalde y se trasladó a vivir a Madrid, estuvo muy vinculado



con el Centro Segoviano de esta ciudad, participando activamente de sus actividades y tertulias.

El 27 de enero de 2011 cumplió cien años. Con motivo de este acontecimiento excepcional, tuvo lugar el día 5 de febrero del mismo año en la residencia militar “El Alcázar” de Madrid un acto que reunió a más de 200 personas entre hijos, nietos, bisnietos y demás familiares y amigos. En el curso de dicha fiesta de aniversario, el homenajeado firmó innumerables tarjetones en los que podía leerse: “100 años dan para mucho; para compartir gran parte de ellos con Rosa; para experimentar hasta 400 cambios de estación; para ver crecer a cinco hijos, 14 nietos y 9 bisnietos; para vestir las mejores galas en el monumental Alcázar; para ser testigo de la llegada del hombre a la luna; para convertirse en alcalde de Segovia; para asistir al nacimiento de la tele, internet o el i-phone; para celebrar que España, por fin, gana un mundial; para rodearse de gente que te quiere, y por supuesto para celebrarlo por todo lo alto”.

En su 102 aniversario recibió el premio “Fidelidad a la Tierra 2013” otorgado por el Centro Segoviano de Madrid. Lo agradeció con la sencillez que caracterizó toda su vida diciendo, “sin que crea que servir y amar a Segovia a lo largo de toda la vida deba ser merecedor de este galardón lo acepto por vuestra bondad y porque todos tenemos un mismo sentimiento hacia nuestra tierra”.

Como curiosidad, un hermano suyo, el coronel Pedro Sanz Aranguez fue Coronel Director de la Academia de Artillería entre 1964 y 1968.

Desde el día 23 de febrero de 2016 su cuerpo descansa, en el mismo sitio que le vio nacer.



IV CENTENARIO  
CERVANTES

# Cervantes

## soldado de la Infantería Española

El 22 de abril de 1616 falleció en Madrid D. Miguel de Cervantes Saavedra, siendo enterrado al día siguiente en el Convento de las Trinitarias Descalzas de San Ildefonso.

Soldado, novelista, poeta y dramaturgo español, Cervantes es, sin lugar a duda, el escritor español más sobresaliente de los Siglos de Oro.

Mundialmente conocido por su obra maestra, *el Ingenioso hidalgo Don Quijote de la Mancha*, es aún hoy, cuatro siglos después, una de las novelas más editadas, traducidas y conocidas de la literatura mundial.

Pero el genio de las letras tuvo otra intención vital: quiso ser y fue soldado. Sirvió primero en el tercio de Moncada, con el que combatió en Lepanto. Tras recuperarse de sus heridas, que le apodaron como «El manco de Lepanto», pasó al tercio de Lope de Figueroa, o de Granada. Ambos tercios se habían levantado para luchar en las Alpujarras, tras lo cual se embarcaron los dos hacia Lepanto, donde también combatió el tercio de Sicilia, junto con otros tercios de Infantería española, aparte de numerosas tropas de los dominios de Felipe II, o de los coaligados en la Santa Liga. En el año 1573 pasó con su capitán al tercio de Sicilia y tras un breve periodo en Nápoles se embarcó hacia España, con cartas de recomendación de Juan de Austria, para pretender una compañía. Los combates de estos años quedaron reflejados en sus obras, así como su cautiverio en Argel, durante cinco años, tras haber sido apresado en el trayecto de regreso a España.

Por cierto, el tercio de Lope es el origen del Regimiento «Córdoba» n.º 10, de guarnición en Córdoba y el tercio de Sicilia lo es del Regimiento «Tercio Viejo de Sicilia» n.º 67, de guarnición en San Sebastián.

La experiencia militar de Cervantes está presente en la mayor parte de sus obras, denotando su lealtad a los valores de la época: Cristiandad, España y Rey, así como a valores caballerescos anteriores, en los que seguía creyendo, como la Justicia, la Caridad, la protección al débil, etc., tal como refleja en su obra principal, *el Quijote* y en la mayor parte de sus obras, donde aparecen habitualmente referencias a la milicia.

El Ejército de Tierra, durante este año, homenajeará al insigne Genio de las Letras, que fue definido en la «Aprobación» de la segunda parte del *Quijote* como «Viejo, soldado, hidalgo y pobre».



EJÉRCITO DE TIERRA

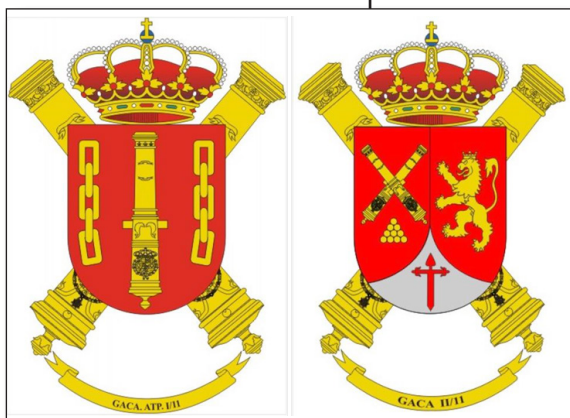


MINISTERIO DE DEFENSA



*Cervantes, soldado de la  
Infantería Española*

# Noticias del Arma



Desde el primero de enero, como consecuencia de la transformación de la Fuerza, el Regimiento de Artillería de Campaña (RACA) n.º 11, orgánico del Mando de Artillería de Campaña (MACA), modifica su estructura, pasando a disponer de un segundo Grupo de Artillería de Campaña (GACA) autopropulsado. Como consecuencia de ello, el Regimiento se convierte en el único con dos GACA autopropulsados, el primero de ellos ubicado en la Base “Cid Campeador” de Castrillo del Val (Burgos) —junto con la PLM del Regimiento— y el segundo en la Base “Conde de Gazola” de El Ferral de Bernesga (León).

Tras realizar una intensa fase de preparación operativa, el contingente A/T III de la operación de Apoyo a Turquía, constituido sobre la base del RAAA 81, pero también con personal del CGMAAA, RAAA 71, RAAA 73 y UTMAAA, desplegó en enero de 2016 en la Base Aérea de Incirlik, cercana a la ciudad turca de Adana, y se hizo cargo de la operación para los seis meses siguientes. El acto oficial de despedida se realizó el martes 12 de enero en la Base Militar de Marines en Valencia, y la transferencia de autoridad entre contingentes el día 21 de enero. El contingente está constituido por aproximadamente 130 militares, al mando del Teniente Coronel Juan Carlos Pérez Herrero, actual Jefe del Grupo PATRIOT I/81. En julio de 2016 será relevado por el contingente A/T IV hasta finalizar el año, duración autorizada de la misión, aunque se considera muy conveniente que esta se prolongue durante 2017.

Entre el 15 y 19 de febrero, el GACA VII llevó a cabo el ejercicio IRON HAMMER I/16 en el SIMACA en la ACART, preparatorio de los ejercicios IRON HAMMER II/16 e EAGLE LINAGE I/16, llevados a cabo en el CENAD San Gregorio, para el adiestramiento específico del GACA de la Brigada VJTF. En dichos ejercicios participaron asimismo: la 129 DRAGON Battery de la Royal Artillery del Ejército Británico, una UDAAA constituida sobre la base de la Batería Mistral del GACA VII con elementos de Mando y Control del RAAA 73, y UTMAAA de la Brigada VJTF16.



# Noticias del Arma

Los días 24 y 25 de febrero, el RAAA 94 participó en el ejercicio DACT-DACEX 16, realizado en el marco de las islas Canarias. El ejercicio DACEX (Defensa Aérea del Archipiélago Canario) es un ejercicio LIVEX de doble acción, organizado y dirigido por el Mando Aéreo de Combate (MACOM), en el que se invita a las unidades de AAA del ET desplegadas en Canarias a participar en el mismo, y en el que se activan los medios del Sistema de Defensa Aérea (SDA) en el área de Canarias, para comprobar su capacidad de respuesta ante una hipotética situación de crisis.

El Grupo Mistral II/71 del RAAA 71 llevó a cabo del 14 al 18 de marzo, el ejercicio anual de fuego real del sistema de misiles Mistral, en el Campo de Maniobras y Tiro de Médano del Loro en Huelva. Todas las Unidades Mistral de la Fuerza Terrestre (12 Baterías), y las Baterías Mistral del RACA 93, realizaron fuego real nocturno sobre aviones blanco radio-dirigidos Alba (con bengalas remolcadas) de la Unidad de Blancos Aéreos del CGMAAA. Además, por segundo año consecutivo, se contó con la presencia de la Batería Mistral del Tercio de Armada, que participó con el lanzamiento de cuatro misiles Mistral. Asimismo, se realizó el lanzamiento de un misil Mistral en ambiente nocturno y modalidad aire-aire, desde un helicóptero HA-28 Tigre del BHELA I (FAMET) de Almagro.

En este semestre han celebrado aniversarios las siguientes Unidades de Artillería:

- ◇ 125 aniversario del RAMIX 32, el 18 de febrero, en el patio de Armas "Héroes de Melilla" de la Base Alfonso XIII de Melilla, bajo la presidencia del GEJEME.
- ◇ 50 aniversario del GACA XI, el 2 de mayo, con un Acto Militar en el Circo Romano de la ciudad de Mérida, presidido por el Excmo. Sr. General Jefe de la BRIMZ "EXTREMADURA" XI D. Francisco José Dacoba Cerviño.
- ◇ 50 aniversario del GACA VII, también el 2 de mayo, en la Base General Morillo, en Pontevedra.



# Noticias de la Academia



Durante las dos primeras semanas de febrero, los alféreces de 5º curso llevaron a cabo los ejercicios “Artillero Carmesí” P-53 y P-54 en colaboración con el Grupo de Artillería de Campaña II de la Legión (GACALEG) y el Grupo de Artillería de Campaña n.º I/20. Asimismo, durante cuatro semanas entre enero y febrero, los sargentos alumnos de 3er Curso de la Enseñanza Militar para acceso a la Escala de Suboficiales (EMIES) han llevado a cabo prácticas en distintas unidades del Ejército de Tierra, la mayor parte de ellas en unidades logísticas.



El pasado 8 de marzo, la ciudad de Segovia rindió homenaje al capitán de Artillería D. José Méndez Parada, héroe que en un vuelo de prueba de uno de los aviones “Havilland” perdió su vida tras salvar la de su soldado. El homenaje consistió en la instalación de una placa en su honor en la fachada del edificio donde vivió, situado en la calle Judería Nueva, ya que aunque existía una placa conmemorativa que figuró en dicha fachada hasta el año 1999, debido a unas obras de rehabilitación, esa placa fue retirada y quedó dañada. Con este sencillo acto se ha conseguido que la placa vuelva a su lugar original.



El 19 de febrero y el 15 de abril, impartieron conferencias en la ACART, el General Jefe del Mando de Artillería de Campaña, Excmo. Sr. D. Luis Martínez Mejjide y el General Jefe del Mando de Artillería Anti-aérea Excmo. Sr. D. José Miguel De los Santos Granados. Asistieron los caballeros alféreces cadetes de 5º Curso de la Enseñanza Militar para acceso a la Escala de Oficiales (EMIEO) y los sargentos alumnos de la Enseñanza Militar para acceso a la Escala de Suboficiales (EMIES). Las conferencias trataron sobre sus respectivos Mandos, señalando las unidades que los forman, sus misiones y capacidades, terminando con una serie de conclusiones y retos para los mismos. Asimismo, el 11 de marzo impartió igualmente una conferencia a los alumnos, el Director General de la Policía D. Ignacio Cosidó Gutierrez, bajo el título “El liderazgo y el mando del Cuerpo Nacional de Policía”.

# Noticias de la Academia de Artillería

Sumándose a las múltiples celebraciones realizadas en toda España sobre el IV Centenario de la muerte de Miguel de Cervantes, la Academia de Artillería realizó el pasado 22 de abril una lectura de la Orden Extraordinaria, y la inauguración, el 29 del mismo mes, en la Biblioteca de la exposición “Cervantes y las Humanidades en la Academia de Artillería”, que estará abierta al público hasta el 30 de noviembre. La cita comenzó con una representación original protagonizada por el grupo “Danza entre Libros”, seguida por una explicación de la exposición por parte de su comisario, el Teniente Coronel Javier Besteiro, quien destacó que esta exposición pretende reflejar la atemporalidad y universalidad de la obra más famosa de la literatura española, *El Ingenioso Hidalgo don Quijote de la Mancha*.

El 27 de abril tuvieron lugar en la Academia de Artillería unas Jornadas de Presentación de nuevas municiones a cargo de la empresa EXPAL. Asistieron representantes de la División de Logística, de la Jefatura del Mando de Apoyo Logístico, de la Dirección de Adquisiciones, de la Jefatura de Adiestramiento de Artillería, y de la propia Academia de Artillería, además de personal de distintas Subdirecciones de la Dirección General de Armamento y Material. En este foro se impartieron varias charlas sobre la evolución que ha habido en los últimos tiempos relativa a cargas de proyección, proyectiles y espoletas, así como las principales características de las municiones para el futuro inmediato.

Un año más, como cada 2 de mayo, en la Plaza Reina Victoria Eugenia, los componentes de la Academia de Artillería rindieron homenaje a sus dos héroes: los capitanes D. Luis Daoiz y Torres y D. Pedro Velarde y Santillán, que dieron su vida defendiendo al pueblo español. Este año correspondió pronunciar la lección al Capitán D. David Carbia Bouzón, el cual destacó en su elogio ante los alumnos los cuatro valores que mostraron Daoiz y Velarde, que deben quedar grabados en las mentes de todos: Lealtad, Honor, Compañerismo y Espíritu de Sacrificio.



# ANÁLISIS Y REFLEXIONES 2016

por D. José Félix Martínez Hernández, teniente coronel de Artillería

*Este es el segundo artículo que bajo el título “Análisis y reflexiones” dedica el Memorial de Artillería a la situación de la Artillería de Campaña (ACA) y de Costa (ACTA) en nuestro Ejército. Pretende ser una continuación de lo expuesto en 2014, pero bajo un prisma diferente. En esta ocasión, y siguiendo la metodología MIRADO (materiales, infraestructura, recursos humanos, adiestramiento, doctrina y orgánica) se va a reflexionar sobre los aspectos más relevantes de lo que hoy son la ACA y la ACTA, y lo que se atisba para un futuro no tan lejano como se podía pensar en un primer momento.*

## MATERIAL

La capacidad de disuasión que debe aportar la ACA se fundamenta en la potencia, profundidad y precisión. Estas tres palabras, del todo conocidas por todos los artilleros y los que no lo son, determinan las características de los materiales y las municiones de los que deben dotarse nuestras unidades para ejercer, de la forma más creíble y contundente, esa deseada disuasión. Además, en el espectro de las operaciones actuales y en el entorno operativo donde se



Escudo MACA

desarrollan, la minimización de los daños colaterales es clave.

Pues bien, los materiales y las municiones actualmente en dotación en las unidades de artillería presentan ciertos márgenes de mejora. En particular:

- ◇ Es imprescindible recuperar la capacidad que el material lanzacohetes proporciona, sobre todo, si se quiere influir decisivamente en el ciclo TARGETING en el nivel conjunto. Ya no sólo el empleo en masa, sino la posibilidad de batir objetivos con gran precisión a distancias superiores a los 70



kilómetros, hacen del cohete una herramienta imprescindible en el momento actual.

- ◇ Determinadas flotas de materiales, como la familia M-109 ATP, podrían estar próximas a alcanzar el final de su ciclo de vida útil. Si en el Ejército se sigue apostando por mantener la capacidad cadenas, se hace necesario replantear el futuro de nuestros obuses autopropulsados, mirando hacia fórmulas creíbles de renovación basadas en el leasing, como ya se hizo en el pasado con los CC LEOPARD 2A4, si tenemos en cuenta de forma realista el actual escenario presupuestario en el corto y medio plazo.
- ◇ La adquisición de municiones de altas prestaciones, alcance extendido y guiado terminal, así como de cargas modulares, deben suponer ese avance cualitativo en la profundidad y precisión de los fuegos que multipliquen las opciones de respuesta. Los programas de adquisición de estas municiones y cargas, actualmente en marcha, se antojan claves para cubrir las carencias actuales, y si encima son suministradas por empresas españolas, se favorecerá este sector industrial español.

Pero la ACA y ACTA no son sólo cañones, obuses y municiones. Es mucho más, y debe ser labor nuestra, la de los artilleros, el hacer pedagogía de todas esas otras capacidades de nuestra Artillería, la del Mando de Artillería de Campaña (MACA) y las del resto de unidades ACA del ET.

Nos referimos, por ejemplo, a la capacidad de adquisición de objetivos, la TA del ISTAR tan olvidada en muchas ocasiones. Esta capacidad la proporcionan el radar ARTHUR, cuya movilidad debería ser mejorada en base a otra plataforma ruedas más potente y estable, o los ya antiquísimos AN/TPQ-36 cuya vida operativa está alargada ya en exceso. Igualmente los medios de localización pasivos por el sonido



Imagen superior: Obús SIAC 155/52

Imagen inferior: Equipo JTAC

(equipos HALO), así como las estaciones y equipos meteorológicos. Y por supuesto, los medios RPAS, de los que actualmente la Artillería adolece.



Es en este último aspecto donde se siente una necesidad evidente de proporcionar esta capacidad al MACA y a la Artillería de las Brigadas, mediante la dotación de un RPAS con las prestaciones adecuadas a las misiones intrínsecas de nuestra Artillería. Hay que ir más allá de una simple Encomienda de Gestión con el INTA para este tipo de sistemas (la del SIVA hasta el año 2015 y en poco tiempo la del ALO, avión de localización y observación), que se antoja escasa para el potencial humano del que se dispone, por ejemplo, en el Grupo de Adquisición, Información y Localización (GAIL).

En el terreno de los Sistemas de Mando y Control, el TALOS se considera adecuado en su diseño y concepción para la Brigada, sin embargo, presenta como gran inconveniente su falta de securización hasta el nivel División, lo que impide el adecuado engarce con la estructura CE/LCC. Esta restricción debe ser abordada con prioridad de forma conjunta con su integración en SIMACET v.6. En cuanto al HÉRCULES, Sistema de Mando y Control para ACTA, ha alcanzado su cota de desarrollo, y evidencia la necesidad de migrar a una nueva versión capaz de dar respuesta a las necesidades actuales de la ACTA que exigen además, una interoperabilidad con la Armada. Hay versiones comerciales ya desarrolladas que permitirían, de forma rápida y con un coste económico contenido, dar respuesta a esta necesidad.

Para ir concluyendo este apartado de "Material" no nos queremos olvidar de la capacidad JTAC (Joint Terminal Attack Controller) recientemente adquirida por el ET. No se puede echar a andar una capacidad tan reciente y pujante como ésta, sin que a los equipos JTAC se les dote de los materiales adecuados. Y es que la dotación de un vehículo con las prestaciones y movilidad adecuadas a las unidades a las que apoya

*Es imprescindible recuperar la capacidad que el material lanzacohetes proporciona...*



(tipo VAMTAC), unos medios de transmisiones adecuados para el enlace tierra-aire (tipo AN/PRC-117) y unos medios de localización y designación de mejores prestaciones que los actuales del Observador de Fuego Aéreo (OFA), deben tener carácter prioritario.

Y por supuesto, nunca debemos olvidar en nuestras unidades de ACA y ACTA, que el mantenimiento es la esencia que lleva a la senda de la operatividad y al máximo rendimiento. Los artilleros siempre nos hemos distinguido por alcanzar altas cotas de excelencia en el mantenimiento, tal y como se ha visto refrendado en 2015 con el Premio a la Excelencia en el Mantenimiento (PREMEX) que ha otorgado el MALE al GACA II/11.

## INFRAESTRUCTURA

La ACA y ACTA no son ajenas a la situación global de la infraestructura en las Bases y Acuartelamientos donde las Grandes Unidades y Mandos están ubicados. La disponibilidad crediticia en materia de nuevas infraestructuras o la dedicada al mantenimiento de las ya existentes no permiten mejorar, y en algunos casos, mantener, el nivel de las mismas.

Además, el proceso de Adaptaciones Orgánicas (AAOO) en el que está inmerso el Ejército en el periodo 2015-2017 está ocasionando una considerable cantidad de movimientos, en los que están incluidos los materiales principales de la ACA, cuyos destinos finales, en algunos casos, no son los más adecuados para el estacionamiento, mantenimiento y operación de los mismos. Es por ello que, una vez más, las unidades de ACA y ACTA deben hacer un esfuerzo adicional para compensar este déficit en las infraestructuras, de forma que no repercuta directamente en la operatividad de los materiales, sobre todo en los momentos siguien-

tes a la recepción de los nuevos materiales por las unidades.

## RECURSOS HUMANOS

El caudal humano de las unidades ACA y ACTA se debe caracterizar por la iniciativa, creatividad, capacidad profesional y valía personal. Es obligación de los Jefes de las unidades, cada uno en su nivel, como exponente claro de su liderazgo, el fomentar dichos valores para ser capaces de detectar el error, no sólo en lo más evidente como es la ejecución del tiro, sino en cualquiera de las facetas diarias en los cuarteles, en maniobras o en operaciones, todo ello con la finalidad última de comprobar que lo que se hace se hace bien, y se hace para mejorar.

Entrando en aspectos más concretos:

- ◇ El nivel de idioma inglés, de forma general, no es todo lo satisfactorio que demandan las necesidades de nuestras unidades, siendo esto generalizado en todo el Ejército. Y en particular, para determinadas capacidades como la de JTAC. Se debería hacer converger el nivel de exigencia en este idioma entre el suboficial y oficial, para que ambos pudieran compatibilizar las tareas de un equipo JTAC. En las Academias debería ser objeto de seguimiento aquel personal que posea una mejor aptitud o mejor nivel para el idioma en el sentido de que egresen con un nivel de competencia mayor al exigido, y próximo al 3.3.3.2 (exigido por el Programa Nacional de Formación JTAC).
- ◇ La cobertura de las Relaciones de Puestos Militares en las unidades debe ser lo más alta posible, sobre todo en aquellas localidades donde las particularidades de las mismas no invitan a que el personal vaya destinado. Este aspecto debe ser tenido en cuenta en la gestión del personal para compensar pérdidas de personal continuadas, en forma de goteo incesante y en algunos casos, poco alentador. Particular y crí-



Radar ARTHUR

tico es el caso de las unidades de PLM Regimentales administrativas-operativas; para poder afrontar los compromisos del MACA derivados de los Planes de Contingencia en vigor, así como de los Grupos de Artillería (GACA) orgánicos de las nuevas Brigadas Orgánicas Polivalentes (BOP), es prioritario que sus plantillas estén cubiertas al completo, especialmente en el empleo de comandante, aspecto éste que podría tener solución con la nueva especialidad de trayectoria (ETRAY).

- ◇ Caso aparte merece el GAIL, grupo con unas capacidades únicas en el Ejército, que ha perdido una apreciable parte de su personal con ocasión de las AAOO del año 2015, y que debe recuperar a la mayor brevedad posible, para poder aportar convenientemente a cualquiera de las organizaciones operativas que se establezcan, esas capacidades artilleras “especiales” de TA.

**ADIESTRAMIENTO**

La misión de las unidades de ACA y ACTA debe ser la de resolver fundamentalmente las necesidades de apoyos por el fuego de las organizaciones operativas. Ésa debe ser la mentalidad de los mandos artilleros. Y como tales, venimos sufriendo un serio hándicap durante los últimos 20-25 años, reflejado en que varias generaciones de mandos, oficiales sobre todo, se han acostumbrado a que “la ACA no es necesaria en operaciones militares”, es decir, no es necesaria en el planeamiento y ejecución de las operaciones.

En esto, debemos hacer pedagogía permanente para desterrar ese mito que en los últimos años y conflictos ha sido relegado por los países de nuestro entorno como Estados Unidos, Gran Bretaña o Francia, los cuales están desplegando unidades de artillería en escenarios diferentes y entornos híbridos. Y es que las misiones no tipo son las que prevalecen hoy en día, y en las que tenemos que centrar la preparación, tales como el apoyo de fuego con plataforma autónoma o con RPAS, ataque a un objetivo de alto rendimiento con pieza “sniper”, defensa de una COP/FOB aportando alguno de los pilares más importantes de la capacidad C-RAM mediante capacidades modulares, entre otras. Estas misiones no tipo exigen una organización de la ACA para el combate flexible y no ajustada a los patrones rígidos de las misiones tipo, de las que en cualquier caso, no debemos olvidarnos.

En otro orden de cosas, y enlazando con los créditos asignados para la preparación en el Ejército, cobra capital importancia el incorporar al Núcleo de la Fuerza Conjunta (NFC) la mayor cantidad de unidades de ACA y ACTA posibles, con el objetivo de beneficiarse de la asignación de créditos espe-

*La adquisición de municiones de altas prestaciones, alcance extendido y guiado terminal, así como de cargas modulares, deben suponer ese avance cualitativo en la profundidad y precisión de los fuegos que multipliquen las opciones de respuesta...*



cíficos provenientes del JEMAD que deben repercutir en el nivel de adiestramiento alcanzado. Es el caso de la contribución del MACA al NFC en base a una Unidad de Defensa de Artillería de Costa (UDACTA), una por semestre, y la Operación V/I, así como los GACA orgánicos de las Brigadas incluidas en dicho Núcleo.

Por cuanto se refiere a la ya mencionada capacidad JTAC, prioritaria en el Ejército, y de la que el MACA es la autoridad de coordinación de la preparación, se han iniciado los primeros pasos para su implantación. De hecho, como consecuencia de la firma en 2015 de la Carta de Acuerdo entre los tres Ejércitos por la que se determina el nivel de ambición (20 JTAC en el Ejército) e implanta el Programa Nacional de Formación JTAC, se han certificado hasta ahora como tales un total de cuatro cuadros de mando, mientras que otros tres están muy próximos a obtener dicha certificación al haber sido cualificados previamente a la entrada de dicho Programa y tener que cumplimentar una serie de requisitos adicionales.

A pesar de que en el MACA se ha diseñado una hoja de ruta para determinar el proceso de transición más completo y realista posible para alcanzar la capacidad JTAC pasando previamente por los estadios de OAV, OFA/NFO y JFO (si se implanta esta figura en nuestras FAS), se ha identificado una gran dificultad para la certificación y cualificación (mantenimiento de capacidades) de este personal, sobre todo en lo referente al nivel de inglés requerido (3.3.3.2). Y es que esta capacidad exige un esfuerzo económico elevado y continuado en el tiempo, por lo que el Ejército no puede permitirse el lujo de desaprovecharla, con ocasión de ascensos y





cumplimentación de trayectorias del Plan de Acción de Personal.

La nueva estructura de la Fuerza ha introducido la figura de los GACA heterogéneos, en tanto en cuanto todos los GACA excepto los del MACA, van a disponer en sus plantillas de materiales con unas prestaciones totalmente diferentes, empezando por sus calibres (105 y 155 mm). Esto exigirá un cambio de mentalidad en la preparación de estas unidades ACA, con sus ventajas y con sus inconvenientes, pero que en todo caso deberán ser resueltos con un empleo operativo y logístico unificados, enmarcado dentro del concepto de adiestramiento que se determine para la BOP.

Por último, y en el campo de la simulación, las unidades de artillería siempre han sido pioneras en su concepción y desarrollo, así como en el uso profuso de todos los simuladores disponibles. Este hecho sigue siendo seña de identidad de las unidades ACA y ACTA mediante el empleo del SIMACA, VBS-2, VICTRIX, SAV-AIZCAREL, etc.

## DOCTRINA

La entrada en vigor de la publicación doctrinal PD3-315, Apoyos de Fuego en 2015, ha supuesto un gran paso al estar en consonancia con los estándares de aplicación en todos los países OTAN. Sin embargo, se necesita un paso cualitativo para conseguir la necesaria interoperabilidad, pieza clave a la que se debe dar solución en el seno del Ejército.

En lo relativo al marco doctrinal que enmarca a la ACTA, se ha finalizado en estos primeros meses de 2016 el desarrollo de la publicación doctrinal, Empleo de la Artillería de Costa (PD4-302), que pretende recoger todos los aspectos que sirvan de referencia para el empleo táctico de las unidades de ACTA, en sus misiones propias de defensa de costas y control de estrechos, máxime cuando su empleo conjunto con la



PC UDACTA

Armada es hoy en día una de las puntas de lanza de nuestro Ejército, en base a continuas colaboraciones y participación en diferentes ejercicios (FLOTEX, GRUFLEX, MARSEC, etc.).

Merece especial mención, la introducción del nuevo concepto de organización operativa (UDACTA), estructura con carácter modular, proyectable e interoperable con otros ejércitos. Asimismo, se incluye el tratamiento del apoyo logístico, que supone un cambio profundo a la tradicional estructura logística de la ACTA fija, para adecuarlo a la estructura de UDACTA móvil.

Por último, y en lo referido al TARGETING, se han dado pasos decididos, aunque todavía cortos, en la implantación de este proceso en el ámbito nacional, tanto conjunto como específico, éste evidentemente empujado por aquél. Y es que el TARGETING exige un innegable cambio de menta-



lidad alrededor de este proceso cíclico y continuo, que no función de combate. El concepto de Zona de Acción queda más limitado, dando paso a la mayor importancia de las medidas de coordinación y del control del espacio aéreo. Y es aquí donde los artilleros, a través de la estructura de FSE articulada en un núcleo de planes, operaciones y TARGETING (nivel División), reforzada con la capacidad para actuar sobre TST (Time Sensitive Targets) en el nivel CE/LCC, deben ejercer el liderazgo de este proceso, lo que exige un gran esfuerzo en formación que por ahora se está llevando a cabo muy lentamente.

Pero la influencia en el TARGETING tiene que venir de la mano de unos sistemas de Mando y Control adecuados y de unos materiales con las debidas prestaciones en alcance y precisión, sin los cuales se antoja complicado alcanzar el éxito en la empresa.

### ORGÁNICA

Las ya mencionadas AAOO han supuesto y están suponiendo cambios muy significativos en las unidades de ACA, no así en las de ACTA que permanecen invariables. Por concretar:

- ◇ El MACA ha pasado a disponer en su orgánica únicamente de tres Regimientos, sin haber perdido ninguno de sus Grupos. Es un reto para este Mando el consolidar dicha estructura, sobre la base de disponer Grupos de forma deslocalizada de su Regimiento, lo que dificulta el Mando y Control de los mismos, pero fomenta la flexibilidad e iniciativa de los Jefes de Grupo.
- ◇ Están en pleno proceso de transformación los GACA orgánicos

*... los medios RPAS, de los que actualmente la Artillería adolece.*



de las BOP, en base a medios heterogéneos. Tal y como se ha mencionado en apartados anteriores, esto va suponer con seguridad ciertos inconvenientes sobre todo de índole logística y de empleo operativo. No obstante, se tiene la seguridad de que por parte de las autoridades competentes se tomarán las medidas oportunas para que dichos problemas puedan irse solucionando con el tiempo, mediante la asignación de recursos materiales, económicos y de infraestructura.

- ◇ En cualquier caso, el MACA está en condiciones de apoyar, si así fuera necesario, cualquier unidad o Mando que no disponga de ACA orgánica y reforzar a la ACA orgánica de las BOP, especialmente en este proceso de transición a la estructura de GACA heterogéneo. Todo ello con las capacidades únicas proporcionadas por el GAIL así como por el resto de Grupos, incluido el GACTA en su configuración ACA, para la cual se encuentra adiestrado.
- ◇ Mención expresa a la recuperación de las capacidades de las PLM administrativo-operativas de los Regimientos (RACA 11 y RALCA 63) necesarias para organizar la estructura de PCART y FSE en el nivel División. Por ahora, el salto no es del todo suficiente y es necesario seguir manteniendo la célula de mando y control de Apoyos de Fuego, derivada de los procesos de certificación de los Cuarteles Generales de División.

### CONCLUSIONES

Los materiales en dotación en las unidades de ACA y ACTA, no sólo los cañones y obuses, sino aquellos otros que

*... No se puede echar a andar una capacidad tan reciente y pujante como ésta, sin que a los equipos JTAC se les dote de los materiales adecuados...*

contribuyen a completar las capacidades de nuestra Artillería, tienen que ser conocidos, empleados y necesitados por cualquiera de las organizaciones operativas que se establezcan, sobre todo en Zona de Operaciones, donde su presencia se considera necesaria. En todo caso, no hay que renunciar a disponer de aquellos materiales que mejoren nuestras prestaciones y posibilidades, aunque hay que ser conscientes de que las consabidas limitaciones presupuestarias y las actuales prioridades en las adquisiciones dificultan este hecho. La entrega y permanente disposición al mantenimiento del material, junto con unas infraestructuras cuidadas y mantenidas correctamente, amortiguan el vacío entre lo que tenemos y lo que tendremos en el futuro.

La calidad personal y profesional del personal de las unidades de ACA y ACTA compensa, en muchas ocasiones, situaciones difíciles que requieren de fortaleza, ánimo, iniciativa y sobre todo liderazgo. Es un hecho que este personal está afectado por la generalidad de todo el Ejército, por lo que en ningún caso han de sorprendernos ciertas deficiencias que son asumibles en la globalidad de nuestra organización artillera.

El adiestramiento de nuestras unidades ha de dirigirse en última instancia a apoyar por el fuego a cualquier organización operativa, en cualquier escenario y entorno operativo. La adaptabilidad hacia las misiones no tipo y el estar preparados también para lo tipo, aseguran una respuesta rápida, eficaz y fiable. Las nuevas capacidades derivadas de los grupos heterogéneos o del empleo de la figura JTAC, junto con un profuso y eficiente empleo de los medios de simulación, entre otros, deben impulsar a la ACA y ACTA en la punta de lanza de la Fuerza Conjunta de las FAS, con la mirada puesta en el empleo de ambas en operaciones.



Misil ATACMS

La orgánica definitiva adoptada por las unidades de ACA y ACTA como consecuencia de la nueva estructura de la Fuerza es, sin duda, un gran reto para todos los artilleros, cuadros de mando y tropa, para adaptarse rápidamente a las nuevas exigencias que se imponen, en el actual marco doctrinal.

---

**El Teniente Coronel D. José Félix Martínez Hernández pertenece a la 282 Promoción del Arma de Artillería, está en posesión del Diploma de Estado Mayor y actualmente es el Jefe de Estado Mayor del Mando de Artillería de Campaña.**

---



# Asociación Conde de Gazola

Bajo el amparo de Santa Bárbara y con la denominación; Asociación “Conde de Gazola” se constituyó la asociación de antiguos alumnos del Real Colegio de Artillería de Segovia, al amparo del artículo 22 de la Constitución Española, así como de la Ley Orgánica 1/2002, de 22 de marzo, reguladora del Derecho de Asociación y normas concordantes

Fundada con la asistencia de 124 artilleros, pertenecientes a 52 diferentes promociones de Artillería, el día 30 de enero de 2016. Es nuestro Presidente el Excmo. Sr. Teniente General del Ejército don Antonio de la Corte García, Premio Ramírez de Madrid

Son nuestros objetivos estatutarios;

Mantener vivas las tradiciones y el espíritu artillero, organizando y apoyando todo tipo de actividades intelectuales, culturales y sociales. Promover la divulgación del conocimiento de la historia y del espíritu científico, de vanguardia, de la Artillería Española mediante la celebración de congresos y exposiciones

Promover la conservación y restauración, de todos aquellos bienes históricos, artísticos, técnicos o etnográficos, relacionados con la Artillería que puedan estar en peligro de desaparición, contando para ello con la colaboración de instituciones oficiales y de organizaciones privadas

Organizar viajes a lugares emblemáticos, para la historia de la Artillería, con ánimo de honrar a quienes nos precedieron y con espíritu de descubrimiento e investigación histórica, divulgando los resultados en publicaciones específicas

Entre nuestros proyectos inmediatos está la celebración de unas Jornadas Conde de Gazola, invitando como ponentes a personalidades de relevancia nacional e internacional que puedan aportar sus conocimientos y experiencias a nuestros nobles fines

Nuestro lema “Proficiscamur Semper Coniuncti” obedece a la estrofa de nuestro himno de Artillería “marchemos siempre unidos”

## Pueden los UAV<sup>1</sup> sustituir a los OAV

por D. Francisco Mateos Roper, teniente de artillería

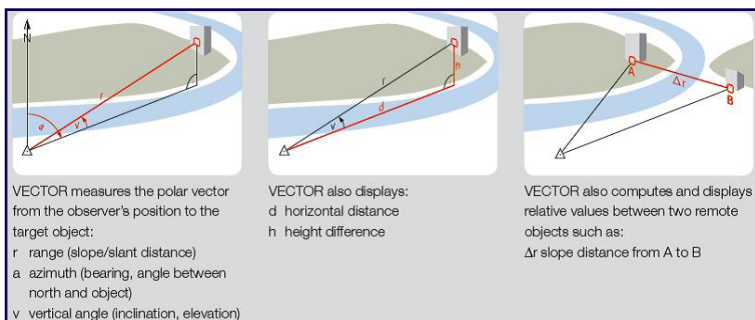
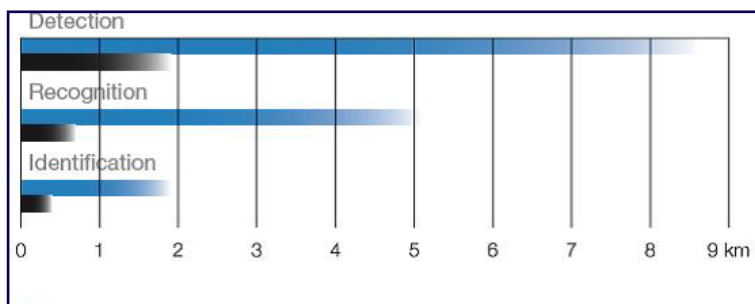
En este artículo se exponen de una forma escueta las líneas de investigación seguidas en mi Trabajo de Fin de Grado para el cumplimiento de la estructura seguida en el nuevo plan de estudios de enseñanza para el ingreso en la escala de Oficiales. En él se realiza un breve análisis de las figuras del observador avanzado y los aviones no tripulados en el desarrollo de sus labores, para luego estudiar individualmente sus capacidades artilleras. Finalmente, se ofrecen una serie de sinergias de su empleo combinado, junto con las conclusiones obtenidas.

### EL OBSERVADOR

El Observador, llevará inherentes las desventajas de confiar en medios humanos para la realización de tareas fácilmente automatizables, y su habilidad para operar

los distintos materiales en dotación. Hasta la adopción de aparatos como el receptor GPS y el telémetro, la precisión dependía de la pericia del usuario. Pero aun así, hay un fuerte condicionamiento hoy en día en la efectividad de los observadores en función de su instrucción y experiencia personal. En función de las milésimas de desplazamiento que ofrecía el clásico retículo de los prismáticos, se aplicaba la clásica fórmula: Distancia (Km) = frente real (metros)/frente aparente (milésimas). Esta última unidad angular asume que para un ángulo pequeño, la tangente de este ángulo se puede aproximar a este. Incluso usando dicha tangente, vemos que para su cálculo se requiere ser bastante escrupuloso, puesto que una variación de unas cinco milé-

(1) Nota de la redacción: Según orden del Almirante General Jefe del Estado Mayor de la Defensa de 6 de febrero de 2015, se debe utilizar el término RPAS ( Remotely Piloted Aereal System) en lugar del término UAV (Unmanned Aereal Vehicle). Sin embargo en este artículo se ha respetado el término UAV utilizado por el autor, ya que sigue siendo un término muy usado tanto en publicaciones nacionales como internacionales.



Arriba: Comparación de alcances nominales del teledesignador VECTOR

Abajo: Posibilidades del sistema VECTOR

simas (resolución normal en unos prismáticos para la distancia habitual de designación y corrección de objetivos, que suelen ser tres km) suponen 15 m de desvío, lo cual es asumible no obstante por cualquier radio de acción de los proyectiles de calibres actuales.

La diferencia entre la distancia geométrica proporcionada por un telémetro y la horizontal es también calculable. Esto permite levantar el objetivo en función del observador a partir del ángulo de elevación que proporciona un clinómetro. A grandes distancias es casi irrelevante, puesto que raro será que haya desniveles tan grandes que puedan afectar esta medida más de 50 m. Estaríamos hablando de desniveles de 600 m a 3 km. No obstante, según evolucionan tecnología y procedimientos la exigencia en precisión

tiende a ser más alta. Tampoco debemos olvidar que la propagación de errores afecta considerablemente al resultado final, además de existir otras fuentes de error como son: el posicionamiento de las piezas, la realización de las punterías por estas, variación de condiciones reales respecto a las tabulares, etc. Los medios de hoy en día facilitan el trabajo, y por ello tenemos dispositivos que nos dan distancia y orientación de un punto con solo centrar el retículo en él, además de facilitar otros cálculos con su brújula electrónica.

Las posibilidades de error del observador dependen de su posicionamiento y de su destreza con el teledesignador previamente calibrado. Para la noche dispone de un intensificador de imagen. A modo de ejemplo, estas son las especificaciones técnicas del fabricante para un blanco estandarizado OTAN.

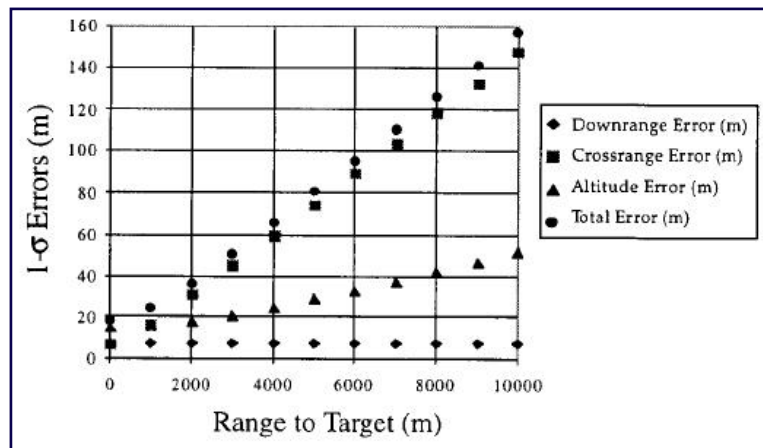
Pero incluso con todas estas ventajas y con las características de resolución que indica el fabricante (siendo la precisión en distancia de  $\pm 5$  m, la angular  $\pm 10$  milésimas) y existiendo la disponibilidad de un trípode, todavía estamos confiando en un elemento humano que opera este dispositivo. Este debe hacer coincidir una cruz filar estando al nivel del suelo con el objetivo deseado. Si consideramos la existencia de terrenos muy llanos, en una desfilada con otro accidente geográfico de fondo o en una zona con vegetación o malas condiciones atmosféricas, la posibilidad de errar sobre el punto que realmente queremos indicar existe. Si bien parte de las medidas que fueran aberrantes se pueden descartar fácilmente, en las que estuvieran cerca del rango que cree ser estimado está el problema. Es por lo que un UAV, aparte de la perspectiva ortogonal que provee y sus mayores alcances, sobrepasa al ser humano en este aspecto.

En cuanto al posicionamiento autónomo, los receptores GPS más avanzados actualmente trabajan con un código de precisión o P-Code, con un error probable esférico de 16 metros. Viendo entonces estas capacidades, la clave para proporcionar un objetivo con precisión reside sobre todo en evitar errores angulares en orientación y elevación, que determinarán posiciones y distancias que no son las deseadas. Se realizaron una serie de estudios con otro teledesignador, llamado MELIOS C/VAM, que posee unas tolerancias parecidas al orgánico del cual disponemos. Siendo estas:  $\pm 15$  milésimas en orientación,  $\pm 5$  en elevación y 3 m en alcance para un margen de una desviación típica, asumiendo que las medidas siguen una distribución normal. Los experimentos se realizaron designando objetivos en los  $360^\circ$  en distintos días y horas, desde y hacia puntos de coordenadas conocidas. Las conclusiones fueron las siguientes:

Vemos que las fuentes de error aumentan en distinta proporción con la distancia, siendo los errores en orientación y distancia (crossrange y downrange error, respectivamente) los más preocupantes. El error en altura, si bien notable, tiene más repercusión en el uso de espoletas mecánicas a tiempos. El error en orientación, tras el calibrado para compensar anomalías magnéticas en la zona, tiene entre otras causas la influencia del campo magnético local al operar la brújula.

### EL UAV Y SUS POSIBILIDADES

Las ventajas que un UAV proporciona respecto a un OAV en este aspecto son, por ejemplo, el no estar sometido a la tensión de permanecer bajo fuego enemigo y disponer de métodos que permiten una mejor precisión, siempre que se disponga de una cámara giroestabilizada y se tenga una



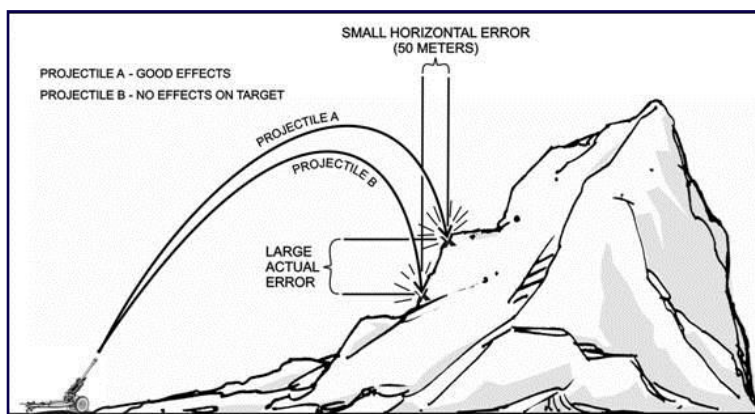
Errores producidos por un operador humano en la medición de distancias

perspectiva ortogonal. Se debe, no obstante, tener en cuenta que para su empleo debemos contar con superioridad aérea local. Esto es causado por la vulnerabilidad a medios antiaéreos ligeros y posibles perturbaciones electromagnéticas, quizás más raras estas últimas en teatros de operaciones como los actuales.

Antes de iniciar el fuego, se debe realizar una comprobación de coordenadas. Hoy en día las coordena-

*...Hasta la adopción de aparatos como el receptor GPS y el telémetro, la precisión dependía de la pericia del usuario...*

das obtenidas por UAV no tienen valor para ser incluidas en el ciclo de Targeting directamente si no son corroboradas, no siendo posible entonces designar objetivos sin contar antes con ortofotos referenciadas.



Error provocado al corregir en 2D

Continuando con lo anterior, se compara un punto de coordenadas conocidas con las obtenidas analíticamente, o también se puede comparar la cartografía digital con una imagen referenciada. Un error de apenas unos metros se considera asumible, pero debe usarse solo para otros objetivos en las proximidades de la zona ajustada. Sólo una vez hechas estas comprobaciones se debe introducir el UAV en el volumen de una ROZ.

Para corregir el tiro basta con proporcionar las coordenadas del punto que se ha batido y ver la diferencia con el punto de caída teórico, o usar una forma implementada como la que integra el PASI, que lo hace indicando la diferencia hacia el sur-norte o este-oeste que hay que corregir en metros. Hay que recalcar que este último método funciona igual que un transporte láser, ya que se absorberán automáticamente la diferencia de condiciones o errores arrastrados para ese objetivo. Pero también debe considerarse que, a diferencia de un observador

que basa sus correcciones en la magnitud que marca un telémetro sobre una distancia geométrica, la mayoría de estas aplicaciones lo realizan en 2D sin tener en cuenta pendientes. Lo mismo que si restáramos las coordenadas del impacto a las del objetivo en el eje X e Y manualmente. Esto supone que para realizar las correcciones se estarán incluyendo directamente las nuevas distancias de entrada para tablas tabulares, pero para una misma cota. A pesar de que pudiera parecer más correcto, el caso es que si estuviéramos haciendo fuego sobre una pendiente, esto haría que el tiro se quedara corto si el objetivo estuviera más elevado, puesto que a efectos prácticos sería como disparar más lejos.

Para solucionar esto, la cota del punto de impacto podría ser indicada por la cartografía interna. En definitiva, el poder hacer uso de estas magnitudes de forma integrada por el sistema TALOS en función de las piezas a usar y disponer de los respectivos factores meteorológicos y balísticos para incluirlos en los cálculos, equipararía esta función a un Observador con su PDA y automatizaría sus cometidos al nivel de este.

#### UAV, LIMITACIONES Y FUENTES DE ERROR

A pesar de ofrecer grandes ventajas en lo que a capacidades IS-TAR se refiere, existen una serie de limitaciones cuyo uso impide que puedan sustituir completamente a un OAV, respondiendo entonces parcialmente al título de este trabajo.

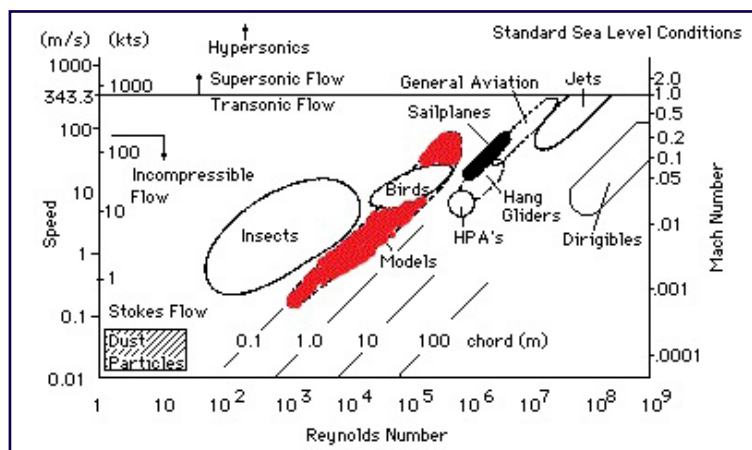
Empezando por la meteorología, hay muchos condicionantes que no solo dificultarían las misiones a realizar por la carga útil, sino que también pueden poner en peligro la integridad del aparato. Son mucho



más sensibles por su pequeño tamaño y bajo número de Reynolds (alrededor de 10 veces menor respecto a una avioneta) al fuerte viento, lluvia y excesivo calor, además de otras medidas que afecten el entorno aerodinámico.

Esto es por ser más pequeños y volar a menor velocidad que una aeronave comercial. A pesar de que normalmente se desea mantener un número de Reynolds bajo para tratar un flujo laminar y de baja resistencia aerodinámica inducida, se crea una burbuja de fluido dentro de la capa límite al separarse este flujo laminar y volverse a unir a esta al darle tiempo por viajar a baja velocidad. Esta burbuja se puede mover y crecer, para finalmente estallar y alterar gravemente la distribución de presiones en un momento determinado, volviendo el UAV incontrolable. Junto con fluctuaciones localizadas en la velocidad del viento o el poseer pequeños momentos de inercia, hace que sus sistemas de control tengan que reaccionar mucho más rápido a cambios angulares en comparación a aviones comerciales y militares, que poseen una tecnología mucho más madura en este sentido.

Debido a este tipo de fenómenos, el no poder volar durante ciertas condiciones que podrían dificultar la misión de un OAV, ya nos indica que no se puede delegar únicamente en los UAV el procedimiento de adquisición de objetivos. Otra limitación importante es la enorme carga de trabajo de gestión que para su puesta en funcionamiento se requiere. Centrándonos en el caso óptimo de disponer de superioridad aérea local y de la ausencia de un enemigo con capacidad antiaérea notable, queda todavía presente la necesidad de repartir este espacio según necesidades. Al atender a esta labor, necesaria para un uso



Comparativa de número de Reynolds de un UAV (en rojo)

seguro de este, se deben realizar una serie de trabajos tras ponerse en marcha una misión al haberse hecho una petición de apoyo aéreo (ASR). Incluso en el nivel más bajo, que es el caso de los mini-UAV, se establece una coordinación durante la fase de conducción de la misión con el Destacamento de Control Aerotáctico (TACP), que es

*...el UAV es un medio escaso que implica más personal y medios, sobre todo específicos, que un equipo de observación...*

el escalón más bajo de los elementos de control aéreo y responsable de la coordinación aérea durante las misiones.

Volviendo de nuevo al tema que comprende a la artillería, es necesario remarcar que el UAV es un medio escaso que implica más personal y medios, sobre todo específicos, que un equipo de observación. Con lo cual la priorización en su uso

junto con las características previamente mencionadas lo hace más apropiado para operaciones de contrainsurgencia, al estar en apoyo de unidades relativamente reducidas en comparación al apoyo directo que da un Grupo de Artillería (GACA) a su Brigada correspondiente.

Otro problema añadido a un espacio aéreo saturado por el uso masivo de UAV sería la saturación también del espectro electromagnético, al tratarse de información que comprende vídeo en tiempo real. El peor de los casos se aplica en el Raven, ya que dispone de un enlace radio para la transmisión analógica de datos y exige aún más ancho de banda que la alternativa digital,

*...un correcto calibrado, tanto del propio láser designador como de los demás elementos, será vital para que nos proporcione una fuente fidedigna de geoposicionamiento...*

la cual está en proceso de sustitución para poder transmitir la misma cantidad de información con menos canales de radiofrecuencia.

En el caso del PASI Searcher se usa la banda C y UHF a modo de backup. Estos sí disponen de técnicas de espectro ensanchado en el modo digital, dificultando jamming u otras anomalías. Aun así, la calidad requerida en los videos (FMV) para después realizar labores de inteligencia denota también un gran consumo de esta. En cuanto a la banda C, que es en la que se realiza el enlace electromagnético entre la estación de control (GCS) y el UAV, es vulnerable ante interferencias ocasionales y perturbaciones intencionadas por sistemas microondas que cuenten con antenas direccio-

nales de alta potencia. Lamentablemente, es una banda muy saturada en el entorno civil, y que puede ser atacada electrónicamente. Aunque los UAV disponen de un algoritmo que los guía al punto de partida en caso de perder la transmisión, la señal GPS también puede ser interferida mediante una técnica conocida como "spoofing". El automatizar toda una misión y pre-programar la navegación parece señalar una fácil solución, pero así se perderían las capacidades de respuesta en tiempo real y el re-tasking.

En definitiva, la vulnerabilidad a la guerra electrónica va en perjuicio de la prioridad en mantener los enlaces en los UAV, porque si no son puestos a disposición de los usuarios los datos de interés que provengan de las imágenes de FMV, la eficacia y razón de ser del vuelo queda invalidada.

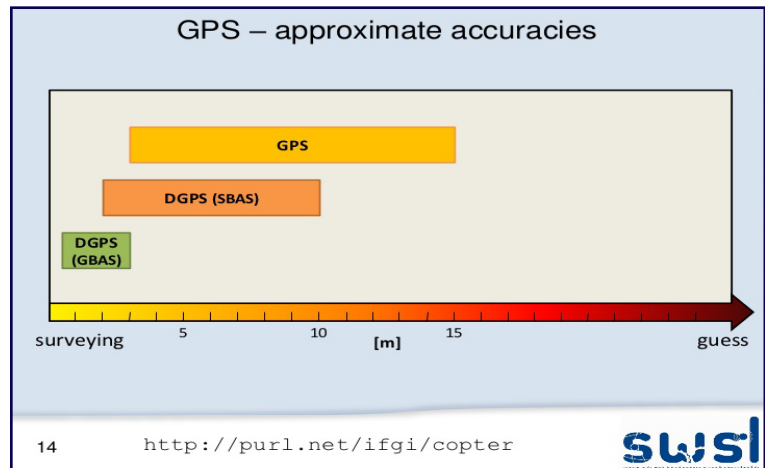
Centrándonos ahora más en lo que al método de designación de objetivos respecta, resulta evidente que la precisión con la que se determina la propia posición del mismo UAV (que cuenta con un sistema DGPS e INS) afectará al resultado final. La posición de la cámara y la del propio UAV debe ser conocida detalladamente, pues de esto dependerá el conocimiento de la dirección en la que se apunta. Esto se realiza por medio de cardanes y giróscopos de fibra óptica o láser, los cuales cuentan también con un sistema que absorbe impactos para aguantar las condiciones ambientales. Resoluciones angulares en los sensores de alto grado militar rondan la centésima de grado sexagesimal, con un sesgo estimado de 0.005°/h. Al tener varios tipos de sensores de posicionamiento se usa un filtro Kalman para el depurado final. Esto, junto con los sistemas de aumentación en tierra que transmiten correcciones de posición adicionales, acaba dándonos una

posición de la aeronave con una precisión entre uno y tres metros. Un problema adicional sería el disponer o no de estas estaciones en el TO, siendo necesario desplegarlas, caso de no existir, y añadiendo una vulnerabilidad. Es por ello que un correcto calibrado, tanto del propio láser designador como de los demás elementos, será vital para que nos proporcione una fuente fidedigna de geoposicionamiento allá donde apuntamos con el puntero desde la consola de control de la carga útil. También influye de forma notable en la precisión el ángulo de depresión que estemos usando, siendo la situación óptima el encontrarse en la vertical, ya que a medida que este aumenta, para una diferencia de un solo grado sexagesimal, la distancia proyectada en el suelo es considerablemente mayor.

Finalmente, otro inconveniente es la posibilidad de perder objetivos, especialmente en condiciones no favorables. Factores como una mala operación con la cámara, una degradación de imagen excesiva o un vuelo sobre zonas urbanizadas o que requieran una perspectiva totalmente cenital, harían que volver a encontrar la fuente de interés fuera muy complicado.

**INTEGRACIÓN EN SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL, EL SISTEMA TALOS E INTEROPERABILIDAD NATO**

Uno de los principales aspectos a explotar de los UAV realizando funciones artilleras, es la posibilidad de envío de la información en tiempo real directamente hasta el puesto de mando correspondiente. Esto es especialmente útil en situaciones en las que el uso de los fuegos esté en un nivel muy centralizado, o que el nivel de toma de decisiones también esté en un escalón muy alto debido a las restricciones impuestas en el teatro. Por ello los UAV contribuyen

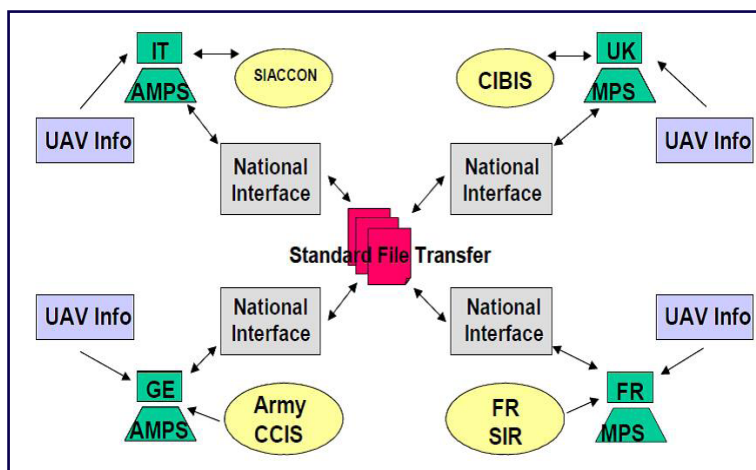


Comparación de las diversas precisiones en los GPS

especialmente añadiendo seguridad y precisión. El sistema sería completo si el flujo de datos que pasa desde las coordenadas de un objetivo obtenidas por un UAV hasta llegar a los datos de tiro de una pieza, pasando por las coordinaciones pertinentes, fuera pensado como un todo. Después proseguiría el ajuste del tiro necesario y la evaluación de efectos como hemos visto, también realizables por los UAV.

*...la señal GPS también puede ser interferida mediante una técnica conocida como “spoofing”.*

Viendo la abundancia de Operaciones Internacionales, se promueven programas en el marco OTAN como el S4, definido como un software de control de fuego compartido que por ende afecta directamente a



Ejemplo de interoperabilidad propuesto por FINABEL

la Artillería. Este se descompone en otros subproyectos para fomentar la interoperabilidad en asuntos como: control técnico del tiro, base de datos aerodinámicos y balísticos, meteorología, modelos de representación geográfica y cálculos para el consumo y distribución de fuegos. La misma metodología debería ser aplicada a los distintos sistemas UAV, para permitir que un UAV de otra nacionalidad proporcione además de información general, objetivos a productores de fuego nacionales. También esta medida fomenta otra de las tendencias actuales como es la especialización, que además ahorra costes. Esto viene reflejado en el concepto de “Pooling and Sharing”, concepto del nuevo modelo de seguridad compartida de la Unión Europea y en la “Smart Defense Initiative” de la OTAN. Así fomentaríamos las competencias NEC (Network Enabled Capabilities), en la cual se establecen estándares para este intercambio de datos. Un UAV de otro ejército podría enviar coordenadas entonces

de un objetivo, e incluso las imágenes en tiempo real a un TOC o PC de nuestro componente terrestre; de decidir batirlo, sistemas como el TALOS automáticamente realizarían las operaciones necesarias. Lo mismo debería poder hacerse a la inversa, es decir, que nuestros UAV proporcionasen este tipo de información a medios productores de fuego de otras naciones. Ya existen iniciativas como el Programa de Interoperabilidad Multilateral (MIP) de la organización europea FINABEL en el ámbito de las operaciones aeromóviles, que promocionan estas filosofías. Aun así, el desarrollo en este sentido está en curso, ya que se debe mencionar que se encuentran en desarrollo una serie de STANAG en el ámbito OTAN sobre la materia.

### COMPARATIVA Y COMPLEMENTARIEDAD DE EMPLEO

Llegados a este punto, recopilamos las principales características mencionadas para poder llegar a un veredicto. Empezando por las capacidades de observación, vemos que los UAV gozan de mayores rendimientos debido a las cargas útiles de portan tanto en precisión como en distancias de empleo.

Su telémetro permite un rango de medida de 50 metros a 20 km, con una precisión de 3 m que supera también con creces cualquier opción portátil. La capacidad de visión térmica de calidad es también una gran ventaja al ser refrigeradas en mayor medida.

Entre otras, una de las cualidades destacadas de los UAV es su movilidad. Esta permite realizar fuegos en profundidad sin arriesgar otro tipo de personal, y permite asimismo la posterior TDA in-situ y en tiempo real. Otra opción en el entorno actual de las operaciones en

curso, es que acompañen a la Fuerza y estén listos para proporcionar datos topográficos en caso de hostigamiento.

Por el contrario, la disponibilidad de un OAV en un escenario de conflicto generalizado es complicada. Las labores de coordinación aérea para el uso de UAV podrían hacer que no siempre estuvieran disponibles o no durante todo el tiempo necesario para efectuar una operación lineal y contigua, lo que exigiría gran número de estos. Asimismo son aparatos difícilmente reemplazables. La sensibilidad de los UAV actuales a hostigamientos con sistemas antiaéreos relativamente sencillos también debe ser tomada en cuenta. Las capacidades de la cámara de un UAV no permiten corregir las espoletas mecánicas a tiempos ya que para ello se debería tener una perspectiva horizontal u otra tecnología para poder apreciar la altura de explosión, y en el caso de los UAV sucede justo lo contrario. Finalmente, la firma acústica, infrarroja, electromagnética y la posible detección por radares es también mayor en los UAV que la de los observadores, lo cual dificultaría su uso con un enemigo dotado de medios ISR y de EW avanzados con adecuadas TTP. en materia antiaérea.

Se ha mencionado la vulnerabilidad del UAV a la meteorología, a las defensas aéreas y a las medidas electromagnéticas. También cómo es mucho más detectable por un enemigo con los dispositivos adecuados y la especificidad de este sistema, junto con las medidas de coordinación aérea a desarrollar. El planeamiento de todas las misiones UAV requiere unas acciones con mucha antelación y una preparación para la puesta en vuelo, además de lo que se tarda en llegar a la zona de interés y tener un tiempo sobre el objetivo (TOT) limitado.

Pero si al asesoramiento directo que proporciona un OAV al jefe de la Unidad de maniobra, se le suman las capacidades de rápido y flexible despliegue de los UAV según las necesidades del mando, aparecen una serie de sinergias entre ambos. Estudiando ahora la complementariedad de empleo, tenemos las siguientes posibilidades:

*...el uso simultáneo de ambos medios es hoy en día la mejor opción, al menos hasta que se encuentren soluciones que optimicen el uso de los UAV...*

- ◇ UAV para proporcionar una identificación positiva a objetivos situados por el OAV que no pueda determinar el mismo con exactitud. Ya fuera porque el nivel de toma de decisiones estuviera muy centralizado por el tipo de conflicto, situación táctica, necesidad de las ROE (reglas de enfrentamiento) o probabilidad de daños colaterales alta, o tropas propias cerca.

*...Las capacidades de la cámara de un UAV no permiten corregir las espoletas mecánicas a tiempos...*

- ◇ UAV para reforzar las labores del observador en la adquisición de objetivos cuando sea difícil para el mismo por distintos motivos, como el tipo de terreno, distancias de interés fuera de su rango, etc.

- ◇ Corrección por el UAV sobre objetivos que ya hayan sido señalados por un OAV, fomentando que este no se vea saturado y pueda descargar este trabajo mientras se desplaza con la unidad apoyada, permanece a cubierto o realiza otras misiones.
- ◇ Compartir la corrección entre ambos sistemas, realizando el UAV una corrección precisa sobre el lugar de explosión, al ser la distancia idónea de esta próxima al suelo (20 m), mientras el OAV obtiene los datos de altura desde su perspectiva.
- ◇ Realizar la TDA de objetivos designados por el OAV, que por distancia u otras circunstancias hagan inviable o de poca confianza esta misión por un observador.
- ◇ Realizar TEX (Tiros experimentales) en situaciones que no se pueda o no se desee emplear un OAV (conflicto asimétrico y contrainsurgencia con zonas de FFA (Free Fire Area) lejanas, etc.
- ◇ Uso de OAV para misiones de Apoyo Directo, mientras que los UAV se empleen para objetivos en operaciones en profundidad, operaciones especiales, fuegos de interdicción, contraataques, acciones retardadoras, fuegos de contrapreparación y cualquier otro tipo de operaciones donde por razones de distancia, seguridad o situación táctica no se pueda emplear el OAV pero resulte beneficioso un Apoyo de Fuegos preciso.

## CONCLUSIONES

Se ha sometido a examen la cuestión de si los sistemas no tripulados podrían llegar a sustituir de forma definitiva a los OAV. Pero tras una ponderación de características, capacidades y limitaciones, hemos visto que todavía esto no puede llevarse a cabo, o al menos no de una forma eficiente para el más amplio de los casos. Pese a ello, hemos subrayado que existen formas específicas del combate en las que su uso es de un interés altísimo y que precisamente son las que abundan en la actualidad, como en ambiente de inestabilidad y enfrentamiento a un enemigo asimétrico.

Se han enumerado una serie de situaciones que demuestran cómo el uso simultáneo de ambos medios es hoy en día la mejor opción, al menos hasta que se encuentren soluciones que optimicen el uso de los UAV, y finalmente éstos puedan sustituir al ser humano en el cumplimiento de este tipo de misiones.

Para resumir, vemos que teniendo en cuenta la situación actual de las Fuerzas Armadas Españolas, los UAV no pueden absorber por completo las misiones del OAV ni hacerlo desaparecer, tanto por los motivos tácticos como los técnicos mencionados a lo largo de estas líneas. No obstante, la doctrina debe seguir evolucionando para adaptarse a las múltiples posibilidades de explotación que estos ofrecen, y que benefician en muchos aspectos a la función de Fuegos.

<b>GLOSARIO</b>		
ASR	Air Support Request	Petición de apoyo aéreo
DGPS	Differential Global Positioning System	GPS diferencial
FINABEL		Francia, Italia, Holanda, Bélgica y Luxemburgo
FMV	Full Motion Video	Vídeo en movimiento
GCS	Ground Control Station	Estación de control en tierra
GPS	Global Positioning System	Sistema de posicionamiento global
INS	Inertial Navigation System	Sistema de Navegación Inercial
ISR	Intelligence, Surveillance and Reconnaissance	Inteligencia, vigilancia y reconocimiento
ISTAR	Intelligence, Surveillance, Targeting Acquisition and Reconnaissance	Inteligencia, vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento
OAV		Observador Avanzado
PASI		Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia
ROE	Rules of Engagement	Reglas de enfrentamiento
ROZ	Restricted Operation Zone	Zona de operaciones restringida
S4	SG2 Shareable (Fire Control) Software Suite	
STANAG	Standardization Agreement	Acuerdo de estandarización
TACP	Tactical Air Control Party	Destacamento de control aerotático
TDA	Target Damage Assessment	Cálculo de daños al Objetivo
TOT	Time Over Target	Hora sobre el objetivo
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	Vehículo aéreo no tripulado

## REFERENCIAS

### Libros y manuales

- ◇ “AArtyP-5(A) NATO Indirect Fire Systems Tactical Doctrine”. NATO (2013).
- ◇ “Empleo Táctico de la Unidad de UAS” Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2014).
- ◇ “Reglamento de Empleo: Observador de Artillería de Campaña”. Estado Mayor del Ejército (1997).
- ◇ “Concepto derivado 01/07. Empleo de vehículos aéreos no tripulados (UAV)”. Mando de Adiestramiento y Doctrina. Ejército de Tierra.(2013).
- ◇ “The co-operation and interaction of air mobile forces with unmanned aerial vehicles (UAV)”. Promulgation of report FINABEL. (2007).
- ◇ “Tendencias específicas de las Armas 2012”. MADOC. Sección de investigación. (2013).

### Artículos e internet

- ◇ “UAV, Current situation and considerations for the Way Forward”. Defense Technical Information Center Compilation Part Notice. Peter van Blyenburgh (1999).
- ◇ “Mini UAV in Successful Long-Range Artillery Targeting Exercise” Aeronautics.  
<http://www.aeronautics-sys.com/?CategoryID=264&ArticleID=257&pr> (2008).
- ◇ “Effects of low Reynolds numbers on the aerodynamics of microair vehicles”. Department of Mechanical Engineering, University of Hawaii at Manoa. Shelly A. Migita. (2006).
- ◇ “Theory of the Drone, 5 vulnerabilities”. Geographical Imaginations: war, space and security”. Derek Gregory. (2013).  
<http://geographicalimagnations.com/2013/07/31/theory-of-the-drone-5-vulnerabilities>
- ◇ “The Acoustic Vector Sensor, a versatile battlefield acoustics sensor”. Microflow AVISA. Hans-Elias de Bree, Jelmer W. Wind. (2011).
- ◇ “Artillería en misiones de contrainsurgencia. UAV, el nuevo OAV”. Revista Ejército n° 870. Capitán de Artillería Alberto Santos Pumar.

---

**El teniente D. Francisco Mateos Ropero pertenece a la 303 promoción del Arma de Artillería está destinado en el Regimiento Lanzacohetes de Artillería de Campaña n° 63 como Jefe de Sección en la 1ª BALCA del I Grupo.**

---



## Flexibilidad del fuego indirecto: sistema de fuegos y empleo de la Artillería

por D. José Luis Gómez Blanes, teniente coronel de infantería

Un sistema de fuegos y su empleo táctico son aspectos estrechamente relacionados, pero no sinónimos. Vamos a considerar los tres posibles enfoques de la táctica y los principios que gobiernan la dinámica del combate. Después distinguiremos el sistema de fuegos de su empleo táctico. Posteriormente analizaremos la función de los fuegos indirectos. Se concluirá con las características específicas del mando y control del fuego indirecto.

### ENFOQUES DE LA TÁCTICA

Entre la Ilustración y la Segunda Guerra Mundial se fueron perfilando tres aproximaciones al estudio del combate. Cada una de ellas ha sido producto de la cultura de la sociedad a la que pertenecían.

La primera considera que se puede encerrar la realidad del combate en un sistema de principios jerarquizados basados en la lógica. Se fundamenta en los reglamentos.

Los elabora una comisión de expertos, de modo que lo único que tienen que hacer los ejecutantes es adaptarlos a la situación concreta. Las publicaciones doctrinales tienen una estructura jerárquica similar a la organización militar.

La segunda reconoce la imposibilidad de encerrar toda la realidad en un sistema y pretender que los ejecutantes puedan comprender, memorizar y aplicar esos principios a cada situación concreta. Considera más práctico elaborar unos procedimientos que digan a los ejecutantes qué hacer en cada momento. Quizá no se adapten perfectamente a la situación, pero valora menos esta adaptación que asegurar la disciplina, y que el mando conozca perfectamente lo que hacen los subordinados. Trata de establecer claramente las obligaciones de cada miembro de la organización.

La tercera reconoce que las anteriores tienen parte de razón. Pero considera que sus conclusiones no



Arriba: Unidad de Apoyo de Fuego

Abajo: Unidad de maniobra

sirven de fundamento para la dirección global del combate. La realidad debe tener prioridad. El combate es la lucha entre voluntades opuestas. La acción requiere voluntad. Por tanto hay que dar prioridad a la toma de decisiones. Las decisiones las debe tomar aquel que en cada momento se encuentre en mejor situación para tomarlas. ¿Quién? Depende de la situación. La organización debe ser, por tanto, muy flexible. ¿Cómo se establecen las competencias de cada miembro de

la organización? ¿Cómo asegurar la coordinación y el control? Esta aproximación se fundamenta en la realidad: la situación tiene prioridad y se impone por sí misma. También se fundamenta en las decisiones tomadas. Todo deriva de estos dos fundamentos.

El superior decide según la situación. El subordinado conoce la relación entre la situación en la que su superior ha tomado la decisión y esta. Cuando hay confianza entre ambos, producto del adiestramiento en común, conocen los límites que no deben traspasar para no dañar esa confianza. Esto permite aumentar la confianza que proporciona la flexibilidad necesaria para que tome las posteriores decisiones aquel de los dos que se encuentre en mejor situación para tomarlas.

La profesión militar debe dar prioridad a la acción. Pero las distintas acciones tienen por objeto alcanzar una finalidad. Por otro lado, la organización militar, a la vez que va alcanzando los objetivos asignados por medio de la acción se va haciendo a sí misma. Mediante la acción va alcanzando dos tipos de resultados: los fines asignados y su propia supervivencia y funcionamiento. A la vez que hace cosas, una organización se va haciendo a sí misma.

### DINÁMICA DEL COMBATE

Los tres principios que gobiernan la dinámica del combate son: causalidad, interacción y complementariedad.

Causalidad. La relación entre un fin y los medios para alcanzarlo nunca es algo cerrado. Hay fines a corto, a medio y a largo plazo. No siempre los medios adecuados para los fines a corto plazo son los adecuados a medio o a largo plazo. Aun dando prioridad a la acción, hace falta un

sustento intelectual que proporcione sentido y dirección a la infinidad de acciones individuales, en una compleja red de fines y medios concatenados de forma jerárquica: de ahí deriva la estructura militar.

El proceso intelectual para esa ordenación es una versión prospectiva del principio de causalidad: la relación necesaria entre causas y efectos. Todo efecto tiene una causa. Si uno quiere conseguir unos efectos (unos fines), debe provocar sus causas (poner los medios). Debemos mirar al pasado para aprender de modo descriptivo relaciones causa-efecto y familiarizarnos con posibles relaciones entre los fines y los medios en el diseño de nuestras acciones. No sólo hay que tener en cuenta lo objetivo y racional. También debemos considerar lo subjetivo e irracional.

Interacción. Sería relativamente sencillo si nuestra voluntad actuara sobre un objeto inerte, que reacciona siempre de la misma forma. Pero nuestras acciones interaccionan simultáneamente con las del enemigo. Y también interaccionan dentro de la propia organización, si queremos que los distintos escalones de mando tengan iniciativa. Por eso debemos diseñar nuestras acciones también sobre supuestos, no sólo sobre hechos. Y adaptar nuestras previsiones a medida que los supuestos se vayan convirtiendo en hechos. Tenemos que responder a preguntas desconocidas y cambiantes.

La relación fines-medios, que parecía pura lógica, pierde nitidez. Esta relación es cambiante: no se fundamenta en parámetros fijos, sino variables. Debemos hablar de causalidad probable. La complejidad del planeamiento y la ejecución aumenta considerablemente. Una pequeña modificación en las causas puede provocar una situación muy diferente y que los medios previstos

inicialmente no sean, más tarde, los adecuados al fin propuesto. Incluso el fin puede verse afectado.

*...Las decisiones las debe tomar aquel que en cada momento se encuentre en mejor situación para tomarlas. ¿Quién? Depende de la situación. La organización debe ser, por tanto, muy flexible.*

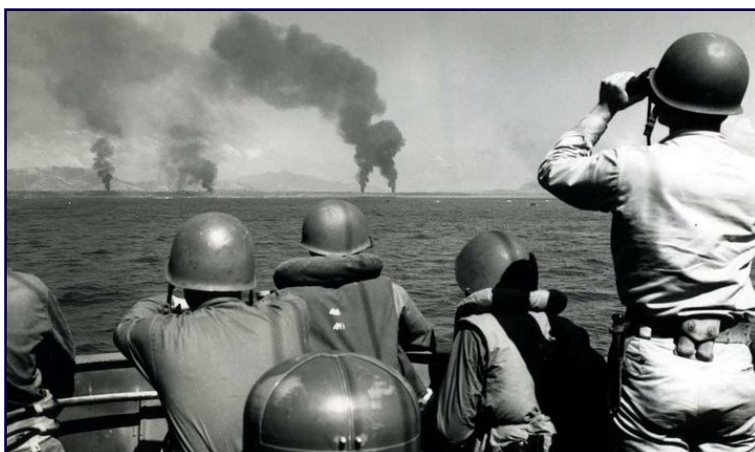
Complementariedad. La realidad es más compleja que lo puramente conceptual. No sólo hay que tener en cuenta lo objetivo y racional, sino también lo subjetivo e irracional. Planear nuestras acciones implica establecer supuestos sobre las acciones del enemigo. No podemos pensar que el enemigo será siempre objetivo en sus apreciaciones. La predisposición del enemigo a ver la realidad de una determinada manera influirá en su forma de interpretar la situación y reaccionar a nuestras acciones. Esto dificultará nuestro acierto en el establecimiento de esos supuestos. Pero también nos permitirá jugar con los temores del enemigo.

Lo subjetivo e irracional también forma parte de la realidad. Lo irreal es un enemigo imparable que siempre controla la situación y responde de la forma más ventajosa para él. Los distintos aspectos de la realidad interaccionan entre sí. No sólo lo objetivo y lo subjetivo, sino también lo técnico y lo táctico, lo temporal y lo espacial, lo político y lo militar, lo terrestre y lo aéreo. La realidad es compleja.

¿Qué hacemos para soslayar esta complejidad? Dividir el problema en partes más simples, estudiarlas aisladamente, y después volver a unirlas para solucionar el problema original. Pero al seccio-



Arriba: Observador de fuegos



Abajo: Apoyo de fuego naval

nar la realidad, la estamos deformando. Este método analítico lleva a ver la realidad como compartimentos estancos y a sacar conclusiones parciales. Es importante considerar la complementariedad existente entre los distintos planos de la realidad.

#### **SISTEMA DE FUEGOS Y EMPLEO TÁCTICO**

Muchas doctrinas militares se basan en la teoría de sistemas. Una

doctrina es una forma de interpretar la realidad. Una doctrina militar es una forma de mirar el combate. ¿En qué se fundamenta la teoría de sistemas? En que la realidad se compone de conjuntos discretos y completos que funcionan como una máquina, cada uno de los cuales realiza perfectamente su función, contribuyendo al funcionamiento global del sistema.

Es una forma de considerar la realidad muy ordenada, adaptada a nuestras facultades intelectuales. Pero esta aproximación tiene un precio: tiende a adaptar la realidad a nuestra subjetividad, de modo rígido. En ese sistema falta el enemigo, el hecho de que un ejército se compone de multitud de voluntades y subjetividades. Un sistema que funciona a base de reglas discretas, de generalidades a las que hay que adaptar la realidad, asumidas al margen de las causas que las motivaron. No tiene en cuenta la historia del sistema: cada parte cumple su función y ya está. El origen de cada una de sus piezas no influye en su funcionamiento.

Toda organización militar necesita una doctrina, una forma común de ver la realidad del combate. Pero la teoría de sistemas es una visión demasiado parcial y deformante de la realidad para realizar esa función. Esto no quiere decir que los sistemas no tengan un papel que desempeñar: uno de instrumento, no de doctrina.

Los fuegos deben estar organizados de alguna forma. Su organización, medios y procedimientos deben constituir un Sistema de Fuegos. ¿Por qué no de Apoyos de Fuego? Porque pasaría por alto aquellos fuegos que no son de apoyo. ¿O es que todos los fuegos son de apoyo? ¿El apoyo es siempre de los fuegos a la maniobra? ¿No puede ser al revés? ¿No hablamos de

combinar fuego y movimiento, lo cual los sitúa al mismo nivel?

Un ataque de infantería para ocupar un terreno que proporciona buenos observatorios para la artillería propia; una explotación que se dirige hacia los asentamientos de artillería del adversario; el combate próximo de la infantería que provoca a la artillería enemiga, obligándola a hacer fuego, descubriéndose así a los medios de adquisición propios; el combate próximo que fija a las fuerzas enemigas, dando tiempo a que la artillería desencadene un fuego concentrado sobre él.

La táctica no puede quedar encerrada en sistemas. Puede utilizar sistemas: de fuegos, mando y control, logístico... Cada función es simultáneamente un subsistema del sistema que, a su vez, se descompone en funciones más específicas. En una organización militar se entrelazan un sistema funcional y otro jerárquico, en el que cada subunidad realiza todas las funciones a su nivel y contribuye de modo especial en una de ellas cara a la unidad superior.

Quizá no choca excesivamente la expresión “función maniobra”. Llamaría más la atención hablar de “sistema maniobra”. El supuesto sistema maniobra es el sistema de combate completo. Todo lo que pudiera decirse de la función maniobra pertenece a la función mando y control.

La teoría de sistemas es una forma de ver la realidad desde el enfoque del control. De ahí la manía de esta teoría por la coordinación. El problema no es que trate de controlarlo todo; más bien que impide ver la realidad desde una perspectiva distinta.

La traducción de “combined arms” (combate interarmas) suele

entenderse, de forma incompleta, como mera coordinación de actividades. El concepto original se fundamenta en la sinergia producida por la combinación de los efectos de armas de distinta naturaleza: en que el efecto táctico producido por su aplicación sucesiva o simultánea es mayor que la suma de esos efectos aplicados aisladamente.

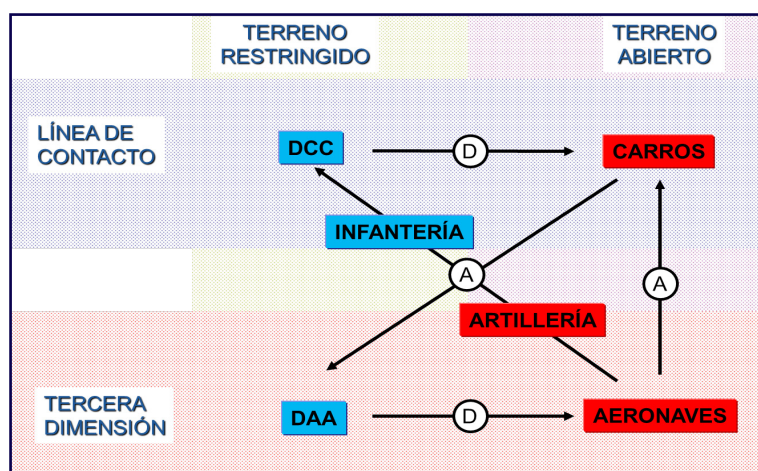
*...Debemos mirar al pasado para aprender de modo descriptivo relaciones causa-efecto y familiarizarnos con posibles relaciones entre los fines y los medios en el diseño de nuestras acciones...*

Se puede hablar de la combinación de distintas funciones en el combate: Artillería, Infantería, Caballería y Zapadores. La coordinación de sus acciones es solamente una necesidad derivada de su combinación. Esta combinación sinérgica es el fundamento de la táctica y no puede quedar encerrada en un sistema. Pero sí admite, y requiere, la utilización de sistemas para facilitar su funcionamiento.

Esta materia se puede dividir en dos asuntos de naturaleza diferente: papel de los fuegos en el combate y Sistema de Fuegos, cada uno de los cuales requiere un tratamiento distinto.

*...La traducción de “combined arms” (combate interarmas) suele entenderse, de forma incompleta, como mera coordinación de actividades...*

El Sistema de Fuego indirecto es un sistema cerrado, aunque flexible, de organización, procedimientos, enlaces, etc. Requiere comprenderlo. A los componentes de Infantería y Caballería esta comprensión



<b>APOYO PRÓXIMO</b>	<b>CONTRABATERÍA</b>	<b>FUEGO DECISIVO</b>
Puntería directa	Puntería indirecta	Esfuerzo principal
<b>CAPACIDAD DE RESPUESTA</b>	<b>COBERTURA CONCENTRACIÓN</b>	<b>CONCENTRACIÓN COBERTURA</b>

Arriba: Combinación de las armas. A: capacidad de atacar a ...  
D: Capacidad de defenderse de...

Abajo: Clase de fuego; objetivos; atributos más importantes

cuesta un poco, porque están acostumbrados a una organización muy jerárquica. La estructura orgánica de las unidades de Artillería es tan jerárquica como la de las unidades de Infantería. La organización de la artillería para el combate es igualmente jerárquica, pero el funcionamiento del Sistema de Fuegos no. Esto es compatible con el hecho de que las responsabilidades respecto a los fuegos siga una estructura jerárquica.

Este sistema es el “envase”, que permite llevar los fuegos a donde sea necesario. Pero no dice, ni debe decir, cómo aprovecharlos mejor, cómo conseguir efectos sinérgicos al combinarlos entre sí o con otras acciones.

Para esto último es necesario saber táctica, que no puede reducirse a un conjunto de reglas o principios. Requiere un conocimiento profundo de las armas y los hombres que las manejan, lo cual sólo puede proporcionarlo la observación indirecta de la realidad y la constante reflexión. Es el “contenido” del sistema de fuegos.

¿Por qué indirecta? Porque la experiencia directa, participar uno mismo en el combate, carece de oportunidad. Ya es tarde para empezar a observar la realidad. ¿Para cuándo quedaría la reflexión, el verdadero aprendizaje? Además, la experiencia directa es muy limitada. Sólo sirve para esa situación. En cuanto cambien las circunstancias deja de servir pues, por el principio de causalidad, se siguen unos efectos de unas causas. Si las causas, (las circunstancias) son distintas, los efectos serán diferentes.

Sólo una amplia experiencia, la que proporciona el estudio de variados combates pasados, permite establecer, mediante una profunda reflexión, relaciones causales probables que sirvan para guiar las relaciones entre los fines y los medios que establezcamos en el planeamiento y conducción de las operaciones.

Para conseguirlo, la historia del “sistema” sí importa. El sistema de fuegos actual es consecuencia de la experiencia de muchos años. Cada uno de sus aspectos ha sido introducido como consecuencia de causas dadas en el tiempo, fundamentalmente la interacción entre las distintas armas.

Este conocimiento es importante. Nada explica mejor su necesidad que las circunstancias concretas que llevaron a su adopción. Si desaparecen estas causas y aparecen circunstancias que aconsejan su

eliminación, podremos poner el remedio. En caso contrario, nos dejaríamos esclavizar por un sistema que se encuentra “fuera de control”.

Para comprender la táctica artillera es imprescindible relacionar el Sistema de Fuegos con su empleo táctico a través de la historia. La táctica de la Artillería es inseparable de la táctica de las otras Armas. Simplemente pone el acento en el punto de vista artillero. En su evolución no se puede distinguir el sistema de fuegos de la táctica, debido a su estrecha relación.

Además de servir para comprender mejor el sistema de fuegos actual, el estudio de la evolución de la táctica permite extraer ideas y combinaciones que siguen siendo útiles, aunque habrá que aplicarlas de forma distinta. Leyendo esa historia se vive la táctica, porque se observa la realidad en movimiento: los intentos de llegar a unos fines con unos determinados medios, con sus éxitos y sus fracasos; la interacción entre bandos y escalones de un mismo bando; la complementariedad entre distintas armas, distintos niveles tácticos, distintas dimensiones físicas y psicológicas.

El conocimiento del sistema de fuegos y su historia proporciona mayor comprensión de la Artillería; y también de las otras Armas, porque permite conocer la relación entre ellas. La Infantería debe mucho a la Artillería: a medida que esta se fue especializando en el fuego indirecto, la Infantería se fue haciendo cargo de las armas pesadas de fuego directo de las que la Artillería se iba desprendiendo.

Paralelamente se fue abriendo una profunda brecha entre las dos, con grave perjuicio para la táctica: unos artilleros muy técnicos con escasa preocupación táctica; y unos infantes muy tácticos sin conoci-

mientos artilleros. ¿Quién combina entonces sus acciones?

### **FUNCIÓN DE LOS FUEGOS INDIRECTOS**

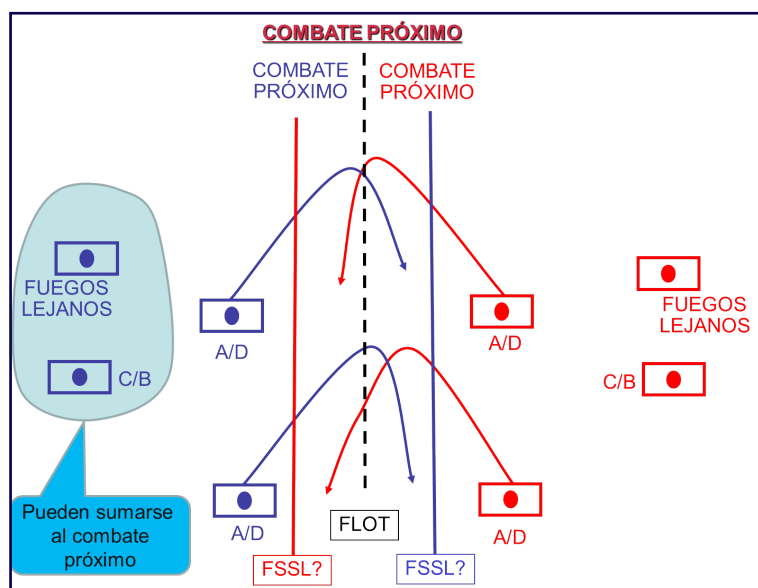
Una doctrina militar debe destacar el papel de la artillería en el combate de armas combinadas. Cuando un tipo de armas se enfrenta a armas similares, ningún bando obtiene una ventaja por este motivo. Cuando se enfrentan armas de distintas características, es posible que un bando adquiera una ventaja respecto al otro.

*...La táctica de la Artillería es inseparable de la táctica de las otras Armas. Simplemente pone el acento en el punto de vista artillero...*

Se pueden combinar, de forma sucesiva o simultánea, las acciones de armas de distinta naturaleza para obtener una ventaja desproporcionada respecto a la simple suma de los medios empleados. La potencia de combate total pueda ser mucho mayor que la suma de las potencias de combate de las armas empleadas; o mucho menor. Todo depende de la combinación de armas que utilice cada bando.

*...La organización de la artillería para el combate es igualmente jerárquica, pero el funcionamiento del Sistema de Fuegos no...*

El papel de cada Arma ha evolucionado a lo largo del tiempo, y seguirá cambiando. La aparición de una nueva arma de naturaleza diferente puede modificar el esquema teórico de armas combinadas. Puede suceder que las nuevas armas mantengan cierto equilibrio entre



Artillería en el combate próximo

ellas de forma que ese esquema de armas combinadas no varíe.

Comprender la función de los fuegos indirectos exige analizar su papel en la maniobra, en la combinación de las armas y en la estructura de mando y control. De esta forma se podrá comprender el sistema de fuego.

La finalidad de la maniobra es obtener superioridad local en lugares y momentos decisivos (Concentración de Esfuerzos), antes de que el enemigo pueda reaccionar (Sorpresa), asumiendo riesgos (Economía de Medios) aceptables (Seguridad) en otras zonas, para obtener resultados con una influencia táctica superior a la mera contabilidad de bajas. El enemigo procurará no ofrecernos oportunidades para esta acción decisiva. Por tanto tendremos que crear estas oportunidades y, a la vez, protegernos para que el enemigo no haga esto mismo con

nosotros. La finalidad de la maniobra incluye crear una oportunidad asequible, mediante el planeamiento anticipado, para llevar a cabo una acción decisiva (Objetivo) y, simultáneamente, aprovechar cualquier oportunidad que se presente por sí sola, mediante el planeamiento improvisado, para llevar a cabo una acción decisiva (Flexibilidad).

¿Cuál es la peculiaridad de las unidades de maniobra? Que para aplicar su potencia de combate y reducir su vulnerabilidad deben “desplegar”. Pueden orientar su potencia de combate en una sola dirección, o cada fracción de su potencia de combate en una determinada dirección. Su capacidad para concentrar la potencia de combate depende del alcance de sus armas y del terreno. Para obtener superioridad local en el punto decisivo se podría aumentar la potencia de combate por unidad de frente. Pero llega un momento en que empieza a aumentar más la vulnerabilidad.

Para aplicar su potencia de combate, las unidades de fuego indirecto sólo tienen que “asentar”. Pueden orientar su potencia de combate en una dirección muy amplia. Su capacidad para concentrar toda la potencia de combate depende del alcance de sus armas, del alcance de sus medios de adquisición y del terreno, aunque en menor grado que las unidades de maniobra.

La combinación de las armas se fundamenta en que la rentabilidad del fuego de una clase de armas sobre cada tipo de objetivo es diferente. La rentabilidad de los carros contra los misiles contracarro es menor que su rentabilidad frente a las ametralladoras. Esto permite diseñar los combates de forma que cada tipo de arma propia se enfrente al arma enemiga más vulnerable a esa arma propia. Enfrentar los morteros a los misiles contracarro



y los carros a las ametralladoras es más rentable que si lo hiciéramos al revés.

La maniobra debe lograr la combinación de armas más favorable en función del escenario considerado: terreno, armas disponibles y armas del enemigo. A nivel global se pueden considerar seis armas: las más decisivas (aeronaves y carros); las diseñadas específicamente contra ellas (antiaéreas y contracarro); las armas clásicas que forman el grueso de los ejércitos (artillería e infantería).

La combinación de las armas se fundamenta en el apoyo mutuo. Las posibilidades de combinación dependerán del grado de confianza entre las distintas Armas y unidades.

Un avance tecnológico puede romper el equilibrio de armas combinadas actual, provocar un estancamiento táctico o producir un nuevo equilibrio. Teóricamente hay cierto equilibrio entre las armas; en la práctica, en un escenario concreto, cada bando procura romper ese equilibrio a su favor.

Hay que considerar otro factor: la estructura jerárquica de las unidades de combate. En teoría, cada escalón de mando realiza las mismas funciones de maniobra y combinación de las armas que el escalón superior; en la práctica, en un escenario concreto, cada situación pide que se ponga énfasis en unos escalones en detrimento de otros. Ese énfasis varía según el terreno, el alcance de las armas y los intervalos entre unidades.

Los dos extremos del espectro del combate dependen del terreno. El combate entre fusileros tiende a realizarse en terrenos accidentados, con mayor peso de las armas ligeras y de corto alcance. El combate acorazado tiende a realizarse en terrenos abiertos, con mayor peso

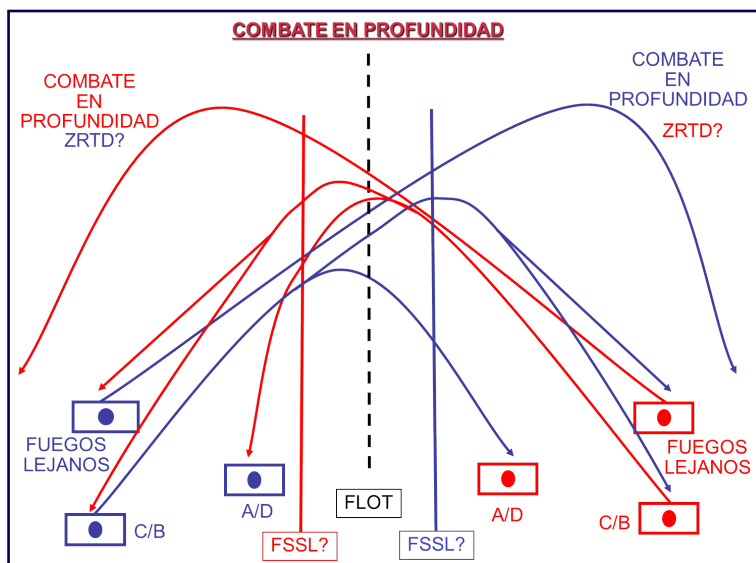
de las armas contracarro y de largo alcance. El fuego indirecto será eficaz contra fusileros al descubierto, armas contracarro y antiaéreas.

*...A nivel global se pueden considerar seis armas: las más decisivas (aeronaves y carros); las diseñadas específicamente contra ellas (antiaéreas y contracarro); las armas clásicas que forman el grueso de los ejércitos (artillería e infantería).*

Lo anterior determina los dos extremos del espectro de la maniobra. En el combate entre fusileros, estos pueden maniobrar sobre intervalos reducidos. En el combate acorazado los vehículos pueden y deben maniobrar sobre intervalos más amplios. El fuego indirecto tiene capacidad para batir grandes intervalos y en profundidad, esto es, fusileros en movimiento y al descubierto. Puede aislar a los carros del apoyo de los fusileros y neutralizar la defensa antiaérea enemiga, facilitando a la aviación propia el ataque a los carros enemigos.

*...el sistema de mando y control de los fuegos indirectos debe aprovechar su característica principal: la capacidad para centralizar o descentralizar la ejecución de los fuegos sin variar su organización...*

Lo anterior determina los dos extremos del espectro de armas combinadas. En el combate entre fusileros, los jefes de sección y pelotón deben combinar armas de distinto tipo. En el combate acorazado son los jefes de compañía y batallón los que deben combinar distintas armas. El fuego indirecto tiene capacidad para participar, en el combate próximo, en interés de las pequeñas unidades; y en el com-



Artillería en el combate en profundidad

bate a largas distancias, en interés de escalones superiores.

Lo anterior determina los dos extremos del espectro del mando y control. En el combate entre fusileros, la decisión se obtiene a niveles inferiores; y los escalones superiores por acumulación de los éxitos de sus unidades subordinadas. En el combate acorazado la decisión se obtiene a niveles superiores directamente.

### MANDO Y CONTROL DE LOS FUEGOS INDIRECTOS

Se desprende que el sistema de mando y control de los fuegos indirectos debe aprovechar su característica principal: la capacidad para centralizar o descentralizar la ejecución de los fuegos sin variar su organización. Los apoyos de fuego tienen un papel fundamental por su capacidad para variar instantáneamente el centro de gravedad en la toma de decisiones tácticas entre los distintos escalones. Pero exige confianza entre escalones de mando, entre las armas

de combate y las de apoyo por el fuego y un sistema de mando y control que permita centralizar o descentralizar estos apoyos durante la ejecución sin variar su organización.

A diferencia de las unidades de combate, los fuegos indirectos pueden obtener capacidad de respuesta y fuegos concentrados decisivos sin variar su organización, incluso sin cambiar de asentamiento. El alcance influye en su otra característica fundamental: cobertura. El sistema de fuegos indirectos busca realizar la combinación con las otras armas en el escalón de mando más adecuado en cada momento.

¿Qué permite el sistema de fuegos indirectos? Capacidad de respuesta mediante la misión tipo Apoyo Directo, Control Directo de las Acciones de Fuego, Batería Adaptada y agregación de unidades de artillería. Y capacidad de concentración mediante el resto de misiones tipo: Acción de Conjunto, Acción de Conjunto-Refuerzo y Refuerzo.

Además, realizarán fuegos que no apoyan directamente a una unidad de infantería concreta pero que la pueden beneficiar mucho más: fuegos sobre el mando y control del enemigo, que pueden tener una influencia inmediata sobre su capacidad de maniobra y coordinación; sobre la logística del enemigo, que pueden reducir su capacidad de combate, aunque a más largo plazo; sobre infraestructuras, que pueden influir en la capacidad de maniobra y de combate del enemigo; sobre el sistema de fuegos indirectos del enemigo, que protegen a la infantería propia de esos fuegos.

Hay tres combates simultáneos, en cierta medida independientes, en los que el primer objetivo de ambos bandos es obtener superioridad, al menos local: combate por la superioridad aérea, a nivel operación, en

la tercera dimensión; combate por la superioridad de fuegos indirectos, a nivel división, en profundidad; y combate por la superioridad de fuegos directos, de brigada hacia abajo, en el combate próximo. Los fuegos indirectos hacen una importante contribución a estos tres combates.

Las tácticas eficaces se fundamentan en el apoyo mutuo. Para que las armas se apoyen mutuamente se requiere un elevado grado de confianza entre los hombres que las manejan. Y esa confianza sólo se obtiene mediante una profunda familiaridad con la otra arma: conocimiento sobre su forma de actuar y adiestramiento común. Aquí se encuentra el principal problema del sistema de fuegos indirectos. Exige a los oficiales de artillería pocos conocimientos tácticos “sobre el terreno”, y exige mucho a unos suboficiales observadores avanzados que carecen de conocimientos tácticos y experiencia.

El oficial de infantería suele pensar que diciendo al observador de artillería los fuegos que necesita, el resto es problema de los artilleros. El suboficial de artillería suele pensar que la táctica no es su problema, sino gestionar los fuegos que el infante le pide. En consecuencia, nadie afronta con profundidad el empleo táctico de los fuegos a estos niveles.

¿Cómo solucionar este problema? El oficial de infantería debe comprender muy bien el sistema de fuegos indirectos, porque esto le permite conocer sus posibilidades. No puede delegar el empleo táctico de los fuegos indirectos en su ob-

servador; debe sacar provecho táctico de esos fuegos, porque la táctica de artillería no es algo separado de la táctica de infantería. El suboficial de artillería puede proporcionar conocimientos técnicos, servir de enlace y asesorar a un infante que posea conocimientos de artillería, pero sólo en este caso. Si hablan idiomas diferentes jamás podrán entenderse.

*El oficial de infantería suele pensar que diciendo al observador de artillería los fuegos que necesita, el resto es problema de los artilleros. El suboficial de artillería suele pensar que la táctica no es su problema, sino gestionar los fuegos que el infante le pide...*

### CONCLUSIÓN

El sistema de “apoyos de fuego” que reflejan las publicaciones pone de manifiesto su bondad en líneas generales. Pero algunos de sus aspectos más importantes no están suficientemente explicados y se deben deducir de los ejemplos que contienen. Se infiere que hay aspectos que se deben concretar en cada operación, para proporcionar mayor flexibilidad en su materialización. La combinación de estas dos características produce ambigüedad, en el sentido de que no se puede determinar si un determinado aspecto se encuentra establecido así por norma o, por el contrario, sólo constituye un ejemplo. Además, este conocimiento del sistema se debe complementar con el estudio y la reflexión de la táctica aplicada en casos concretos.

---

**El teniente coronel D. José Luis Gómez Blanes pertenece a la XLV promoción de la AGM, especialidad fundamental Infantería, y en la actualidad está destinado en el Departamento de Operaciones de la Escuela de Guerra del Ejército, ejerciendo de profesor de táctica e historia militar.**

---

## Baterías Ligeras en los Nuevos Grupos de Artillería de las BOP Cadenas

por D. José Luis López Sayago, capitán de Artillería

El nuevo GACA de la Brigada XI verá reducirse el calibre en una de sus baterías considerablemente, deberá adaptarse a que el control de los fuegos del Grupo se va a complicar de manera notable, así como la logística, a consecuencia de operar con dos materiales principales totalmente distintos, pero estos cambios no dejan de ser cuestiones tácticas o técnicas que se solventarán. El verdadero cambio tendrá que gestarse en la mente y el espíritu de los miembros del GACA XI, que ha sido un GACA ATP durante más de 50 años, y que desde el comienzo de 2016, lo viene siendo un poco menos.

Desde aquel primer disparo de cañón en Niebla (Huelva) corriendo el año 1262, la Artillería de Campaña española, en continuo proceso de cambio, evolución e innovación, se encuentra inmersa en una nueva transformación. Esta transformación no afecta tanto a lo que se refiere al conocido concepto de heterogeneidad (combinación de materiales de distintos calibres dentro de una Unidad de Artillería), como

a las capacidades de apoyo que adquiere con la versatilidad de sus materiales.

A finales del año 2015 la BRIMZ Extremadura XI, en cumplimiento de la Norma General 02/15 “Plan de Transición de la Estructura de la Fuerza del Ejército de Tierra” inició un progresivo proceso de adaptación a su nueva organización como Brigada Orgánica Polivalente (BOP) con la incorporación del Regimiento de infantería Ligera “Tercio Viejo de Sicilia” y del Grupo de Reconocimiento de Caballería “Calatrava”. El reto para este 2016 es la transformación orgánica de su GACA ATP XI, con Baterías homogéneas autopropulsadas (ATP) de 155/39, en GACA XI con dos Baterías ATP y otra de 105/37 Light Gun.

### ORGÁNICA

Con la incorporación de las unidades anteriormente mencionadas, la Brigada pasa a tener cinco unidades de maniobra en lugar de tres,

debiendo incrementar la potencia de fuego, movilidad táctica y capacidad de despliegue de sus apoyos de fuego. Esto se consigue variando las características de sus medios productores de fuego (sus obuses), aumentando el número de ellos, y combinando los medios de tracción (remolque y autopropulsado) para adaptarse a la movilidad de las unidades que apoya, ya que tanto el Batallón de Infantería Ligera como el Grupo de Reconocimiento de Caballería, se mueven sobre plataformas rueda.

Los principales cambios orgánicos adoptados en el GACA son los siguientes:

- ◇ Destacamentos de Enlace: Uno de los tres Destacamentos de Enlace (DEN) del GACA, así como sus observadores, se moverán sobre URO VAMTAC/ANIBAL o a pie, dependiendo de la misión asignada.
- ◇ Baterías de Obuses: El GACA XI pasa a estar compuesto por dos Baterías 155/39 ATP M109-A5E a ocho obuses, y una batería 105 Light Gun (LG) Rem a 6 obuses. Las tres baterías de obuses tendrán la misma orgánica: Equipo de Mando, dos escalones de fuego, con cuatro obuses cada uno de ellos si la batería es ATP y tres obuses en cada escalón si la batería es LG; además cada escalón de fuego dispondrá de FDC, Equipo de Topografía, y Equipo de Reconocimiento.

### **INSTRUCCIÓN**

Con carácter general, desde el año 2015 el Programa de Instrucción y Adiestramiento del GACA ATP XI ha estado enfocado a la nueva orgánica que tenía que adoptar una de sus Baterías de Armas y la batería de Plana Mayor, sin olvidar la adecuación de la batería de Ser-

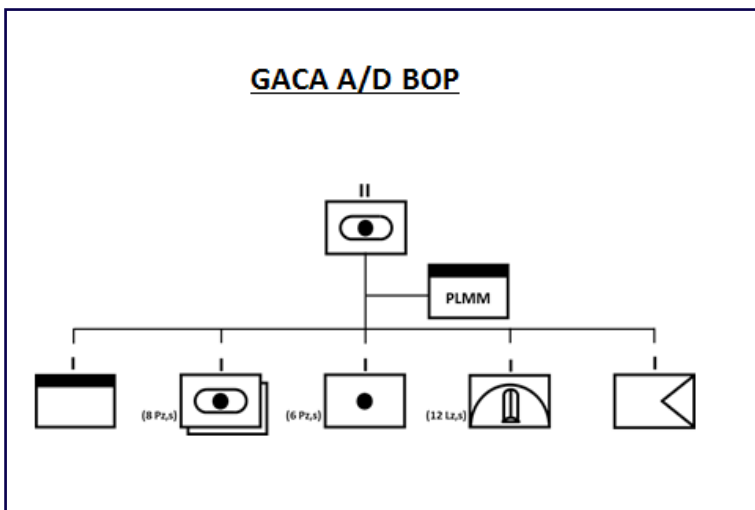
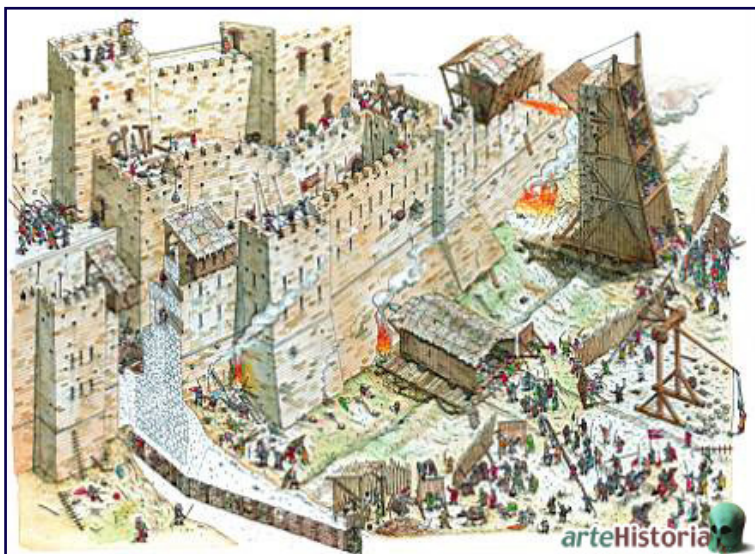
vicios a los nuevos materiales, tanto al obús 105 LG, como a los nuevos vehículos rueda.

*...El reto para este 2016 es la transformación orgánica de su GACA ATP XI, con Baterías homogéneas autopropulsadas (ATP) de 155/39, en GACA XI con dos baterías ATP y otra de 105/37 Light Gun.*

Se ha hecho un esfuerzo importante en la formación de conductores para la obtención del carné PMC C+E, tanto para vehículos pesados, como ligeros, gracias a la colaboración de la Escuela de Conductores de la BRIMZ XI. Una vez obtenidos dichos permisos, los conductores han participado en jornadas de conducción todoterreno y recuperación de vehículos, desarrolladas en el CMT de la Base General Menacho, enfocadas tanto a vehículos ligeros, como pesados con remolque y sin remolque. En definitiva, la transformación de conductores de cadenas (PMC F) en conductores de vehículos rueda ha sido uno de los objetivos prioritarios del GACA ATP XI.

*...la transformación de conductores de cadenas (PMC F) en conductores de vehículos rueda ha sido uno de los objetivos prioritarios del GACA ATP XI.*

Con respecto a la instrucción específica de artillería, por una parte, los jefes de las secciones de armas, y los sargentos jefes de pieza han asistido a unas jornadas de trasvase de conocimientos del nuevo obús; por otra, los suboficiales especialistas en armamento y mecánica de vehículos han participado en equivalentes jornadas de trasvase de conocimientos sobre el obús y el camión tractor URO MAT 18/16,



Arriba: Dibujo del asedio de la ciudad de Niebla 1262.  
Fuente: Revista Arthistoria

Abajo: Orgánica GACA A/D BOP

ambas en la Base General Morillo, sede de la BRILAT.

Una vez recepcionado el material, los oficiales y suboficiales han iniciado la instrucción de los artilleros en lo que se refiere al uso y funcionamiento del obús, así como del camión URO. Hay que reseñar que se puede caer en el error de pensar

que el obús LG no necesita mantenimiento, por comparación con el que requiere el material ATP. Si bien es verdad que el obús LG necesita menos horas de mantenimiento, no es menos cierto que el gran esfuerzo en mantenimiento de primer y segundo escalón se lo llevará el camión URO MAT.

Quedará como asignatura pendiente la instrucción de la batería en operaciones aeromóviles, preferentemente helitransportadas. La instrucción en este campo se considera prioritaria, ya que el GACA adquiere la capacidad helitransportable con este nuevo material.

### TÁCTICA Y TÉCNICA

Con las nuevas capacidades que ofrece la Batería Light-Gun al GACA XI, el concepto de Grupo de A/D de una Brigada cambia sustancialmente. Las dos baterías ATP, aunque se seguirán pudiendo destacar para conformar una AGT o un GT mecanizado, en la mayoría de las ocasiones seguirán siendo empleadas con un mando centralizado en el PC de GACA, y un control técnico del tiro bajo la dirección y supervisión del FDC de Grupo, llevando a cabo la misión tipo de Apoyo Directo a la Brigada en su conjunto. Sin embargo la Batería LG hará frente a misiones con un mayor grado de descentralización con mayor frecuencia que las otras dos Baterías.

Cuando la Bía LG se destaque formando GT en base a alguno de los Batallones de la Brigada, deberá tener la siguiente composición:

- ◇ JFSE: Elemento de apoyos de Fuego Conjuntos de planeamiento y asesoramiento en apoyos de fuego indirecto al Jefe del GT, con tantos observadores avanzados como S/GT.
- ◇ Equipo OFA/JFO que además de sus cometidos como elemen-

to integrador de fuegos aéreos con la maniobra, será empleado como OFEN con la unidad RAVEN del Batallón, integrando los vuelos de dicho UAV con los fuegos indirectos y aeronaves que pudieran sobrevolar la ZA del Batallón, así como designar objetivos a batir a partir de las imágenes del UAV y corregir el tiro tanto de morteros como de ACA sobre objetivos sin observación directa. Uno de los JFO será, además, JTAC.

◇ Batería de Obuses: Además de su platilla es deseable que cuente con las siguientes agregaciones:

- Equipo meteorológico: Dadas las distancias a las que puede llegar a operar, separado del PC del Grupo, serán necesarios BOMET específicos para esta unidad; para ello el equipo contará al menos con una estación meteorológica de superficie.
- Un equipo RP/PE: Este equipo RP/PE levantará la red RTK que utilizarán los equipos topográficos de las secciones de armas para la puesta en vigilancia de sus obuses.
- Equipo de Servicios Reforzado: Debido al aumento del personal de la UACA con respecto a una batería LG al uso, será necesario el refuerzo del equipo de servicios, que deberá ser capaz de integrarse en los TLA del GT apoyado.

Una vez que la Batería esté integrada en el GT, cumplirá su misión de apoyo desde una base de fuegos fija o semipermanente, o bien moviéndose junto a la unidad de maniobra. En todas las situaciones, y en especial aquellas en las que se opere bajo amenaza IED, tanto la Batería cuando actúe agrupada, o cuando una de sus secciones de armas actúe destacada, para obtener seguridad, despegarán en las dife-

rentes Bases de Patrullas que monte el GT.

La posibilidad de ser helitransportada otorga al GACA una nueva capacidad táctica, como es la de realizar operaciones aeromóviles, pudiendo incrustar una potencia de fuego considerable, incluso fuera de los límites de la Zona de Acción de la Brigada.

*...Si bien es verdad que el obús LG necesita menos horas de mantenimiento, no es menos cierto que el gran esfuerzo en mantenimiento de primer y segundo escalón se lo llevará el camión URO MAT.*

Como consecuencia de la específica forma de actuación de la Batería LG, normalmente distanciada en el despliegue cuando el GACA actúa reunido y en muchas ocasiones integrada en un GT, surgen dos dificultades fundamentales: el enlace y la topografía.

La dificultad de enlace se tiene que solventar agregándole medios de transmisión, fundamentalmente a través de satélite, que le permitan enlazar con el PC GACA.

*La posibilidad de ser helitransportada otorga al GACA una nueva capacidad táctica, como es la de realizar operaciones aeromóviles...*

La Batería LG, debido a los despliegues que adopta, no estará normalmente bajo el paraguas de la topografía del GACA, por ello debe ser autónoma a este respecto. Aun teniendo una Estación Total, que le permite en gran medida ser autónoma para la obtención de coor-



Arriba: Helitransporte de LG en Afganistán.  
Fuente: Revista Digital Best of News

Centro: Obús LG haciendo fuego

Abajo: Pieza ATP M-109 A5 haciendo fuego

denadas y puesta en vigilancia, no le permite levantar nuevos asentamientos con la rapidez que lo haría integrada en la topografía de Grupo.

El que la Batería LG no se encuentre en la misma POSART que el resto del GACA también genera un problema con el levantamiento topográfico de sus asentamientos. La red RTK creada por la Sección de Información y Topografía no puede extenderse tanto por la Zona de acción del GACA como para levantar los Asentamientos de las Bias ATP y la Lígera de forma simultánea, para ello y dependiendo del momento Táctico en el que se encuentre la Operación y de la misión encomendada, se deberá estudiar la posibilidad de destacar un equipo RP de la S. de Información y Topografía a la ZA de la Batería LG, teniendo en cuenta que ello podría retrasar el levantamiento de ASTO de las baterías ATP. En caso de no destacarse ningún equipo RP, la batería LG utilizará su topografía de manera independiente, pudiéndose levantar en tercera fase, pero perdiendo esa supervisión y comprobación de los trabajos, más que recomendable, por parte de la Topografía de Grupo.

## MENTALIDAD

Como ya apuntó Maquiavelo, “no hay nada más difícil de emprender, ni más dudoso de hacer triunfar, ni más peligroso de administrar que la elaboración de un nuevo orden”. Los nuevos medios implican la asunción de nuevas misiones y, por tanto, constituye un reto el tener que estar preparados para afrontarlas. Para un GACA de tradición ATP, el dejar de mirar a la cadena y contemplar la rueda y, más pronto que tarde, la posibilidad de levantarse con sus obuses por encima del suelo, supone un cambio muy importante como para no tenerlo en cuenta. La mentalidad que debemos tener para afrontar los



cambios, además de flexible, debe ser positiva, porque los problemas, que sin duda surgirán, no nos parecerán tan grandes. Se debe aceptar que no todo es perfecto, que todos tenemos que contribuir para superar el cambio, que debemos estar agradecidos por el cambio que tenemos que afrontar, porque este cambio es bueno para el GACA, la Brigada y la Artillería.

Estos conceptos de flexibilidad, aceptación de cambios, y por último sinergia, todos ellos muy actuales, no lo son para nuestro Arma. Ya pasamos del cálculo manual a la fiabilidad y rapidez de los modernos sistemas informáticos para el Mando y Control (y fue precisamente el GACA XI con el desarrollo del GAXI el Grupo de Artillería pionero en dicha transformación); ya sustituimos la transmisión fonía por la rápida e infalible transmisión de datos; los planos plagados de chinchetas dieron paso a las intuitivas cartografías digitales con actualización inmediata del Campo de Batalla, sin olvidar la incorporación a los GACA de las Brigadas de sendas Baterías antiaéreas para aumentar la protección frente a la amenaza aérea. Teniendo presentes los pasos que dieron nuestros predecesores y que éste simplemente es otro más, no será difícil aceptar, desde la pieza, hasta el Puesto de Mando del GACA, desde el artillero al Jefe del Grupo, que la Batería LG tendrá un despliegue más pequeño al que estamos acostumbrados para las Bias ATP, también sufriremos la pérdida de autonomía y movilidad

de sus vehículos, la pérdida de rapidez en la entrada en posición, y un mayor esfuerzo físico para conseguirlo, la pérdida de protección personal y contra las inclemencias meteorológicas de los sirvientes de pieza, pérdida de cierta precisión

*Para un GACA de tradición ATP, el dejar de mirar a la cadena y contemplar la rueda y, más pronto que tarde, la posibilidad de levantarse con sus obuses por encima del suelo, supone un cambio muy importante como para no tenerlo en cuenta...*

en los trabajos, en beneficio de una mayor rapidez, pérdida de movilidad de sus medios. Pero, por otra parte, el GACA tendrá una batería desplegable en cualquier momento, en cualquier zona, por cualquier medio, que tendrá la posibilidad de despegarse del suelo, para poder realizar operaciones aeromóviles.

*...el GACA tendrá una batería desplegable en cualquier momento, en cualquier zona, por cualquier medio, que tendrá la posibilidad de despegarse del suelo...*

El GACA, y por ende la Brigada, tendrán capacidad de infiltrar una Base de Fuegos en profundidad, con la consiguiente ventaja táctica que esto supone. En definitiva nos acercamos a los requerimientos actuales de los Apoyos de Fuego.

---

**El capitán D. José Luis López Sayago pertenece a la 297 promoción del Arma de Artillería, y en la actualidad es el Jefe de la 1ª batería del GACA XI.**

---

## Las publicaciones doctrinales de Artillería de Costa

por D. Carlos Javier García Arias, teniente coronel de Artillería

La Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Artillería, dentro del programa establecido por la DIDOM y con la colaboración del MACA y del RACTA n° 4, está procediendo a la revisión y actualización del cuerpo doctrinal de la Artillería de Costa.

La Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM) en el año 2013 estableció un programa para la revisión y actualización de las publicaciones militares del Ejército de Tierra, que tiene como finalidad racionalizar el cuerpo doctrinal.

Con la premisa de que todas las publicaciones doctrinales se debían referir a unidades sobre la base de estructuras orgánicas, y que el nivel mínimo sería el de batallón/grupo, se acometió la racionalización y reducción de las de Artillería de Costa, que al inicio de esta fase eran siete.

La Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Artillería, después de

mantener contactos con el Mando de Artillería de Campaña y con el Regimiento de Artillería de Costa n° 4, elevó una propuesta a la DIDOM para integrar la mayoría de las publicaciones existentes.

El cuerpo doctrinal quedaría formado así:

1. Empleo de la artillería de costa, que actualizaría las orientaciones del mismo título y de fecha de entrada en vigor 2 de noviembre de 2004, e integraría las publicaciones de “Grupo de artillería de costa de localización e información”, de 3 de noviembre de 2008; “Centros de operaciones de artillería de costa semiautomáticos”, de 11 de abril de 1996; y “Destacamentos de enlace de ACTA en los centros de operaciones navales”, de 24 de enero de 1997.
2. Empleo del grupo de costa, que actualizaría las orientaciones “Empleo del grupo de artillería de costa móvil”, de 1 de julio de

2005, e integraría el capítulo de empleo táctico de la publicación “Servicio en fuego del SDT de costa 9KA-410”, de 27 de noviembre de 1995.

3. PD4-316 “Tiro de artillería de costa”, de 3 de enero de 2011, que se mantendría.

La DIDOM decidió que las OR1-001 “Contradesembarcos, defensa de costas” de 1 de junio de 2001, fueran revisadas por la Sección de Doctrina de la DIDOM, cambiando su denominación por la de “Defensa de Costas”.

El 30 de abril de 2014 se constituyó un grupo de estudio en la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Artillería con la misión de llevar a cabo una revisión doctrinal de la publicación “Empleo de la artillería de costa” como consecuencia de la lógica evolución del cuerpo doctrinal de nuestro Ejército, y de los actuales y futuros escenarios en los que pueden participar sus unidades. Después de diversas vicisitudes, finalizaron sus trabajos el 31 de marzo de 2016.

El grupo de estudios estuvo formado por vocales de la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Artillería (Segovia) y del RACTA n°4 (San Fernando).

Como ya se ha mencionado, esta nueva publicación de “Empleo de la artillería de costa” PD4-302 viene a sustituir a la anterior OR3-301, e incluye la PD4-311 “Grupo de ACTA de localización e información”; las OR6-310 “Centros de operaciones de ACTA semiautomáticos”; y las OR5-308 “Destacamentos de enlace de artillería de costa en los centros de operaciones navales” que serán derogadas próximamente.

La publicación recoge todos los aspectos que sirvan de referencia para el empleo táctico de las uni-

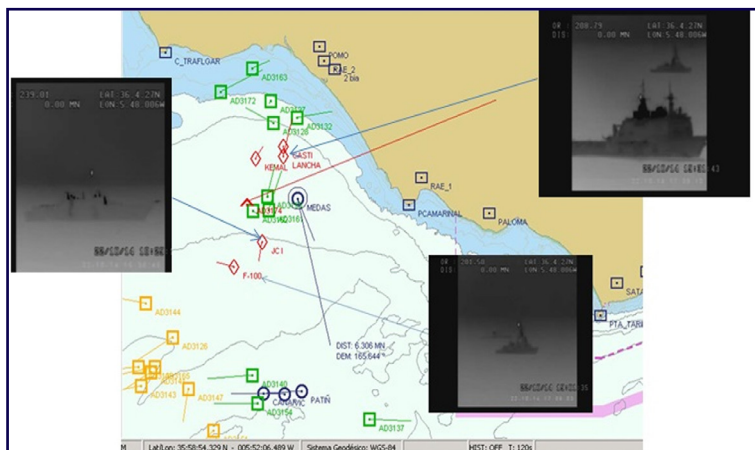
dades de artillería de costa, en sus misiones propias de defensa de costas y control de estrechos; adecuar el texto a las publicaciones doctrinales de nivel superior en vigor; e incorporar los nuevos conceptos identificados durante las operaciones de defensa de costas en los últimos años. Además, debe destacarse que el empleo de la artillería de costa se desarrolla en el ámbito de las operaciones navales, que a su vez es parte esencial de la defensa de costas.

*...se acometió la racionalización y reducción de las de Artillería de Costa, que al inicio de esta fase eran siete.*

Esta revisión ha permitido volcar la experiencia adquirida por las unidades de artillería de costa en estos años, aclarando algunos conceptos esenciales, ampliando algunas áreas y simplificando otras. De este modo, la versión que ahora se ofrece viene a suponer una actualización de la anterior, con contenidos y terminología plenamente acordes con el resto de publicaciones de referencia y más ajustada a las necesidades de artillería de costa en materia doctrinal.

*La publicación recoge todos los aspectos que sirvan de referencia para el empleo táctico de las unidades de artillería de costa, en sus misiones propias de defensa de costas y control de estrechos...*

La publicación doctrinal está organizada en diez capítulos, tres anexos y tres apéndices.



Arriba: Las colaboraciones en el ámbito de vigilancia contra el tráfico ilegal de personas y drogas son comunes dentro de las misiones de la ACTA. (Foto embarcación neumática utilizada para tráfico de drogas en la zona del Estrecho de Gibraltar)

Abajo: Ejemplo de despliegue de ACTA

Así, en el capítulo 1 se define la defensa de costas, su finalidad, sus cometidos y el entorno operativo; las misiones que pueden desarrollar las fuerzas terrestres en la defensa de costas; establece la misión de la artillería de costa, así como sus misiones específicas permanentes, su clasificación y los medios y sistemas con que cuenta para llevar a cabo las misiones encomendadas.

En el capítulo 2 se detallan las distintas acciones que una fuerza anfibia operativa puede llevar a cabo como amenaza convencional, por ser la más completa y demandante a la que deberán enfrentarse las unidades de defensa de costas, sin olvidar otras amenazas emergentes no convencionales características de escenarios híbridos en los que también podrían actuar las unidades de costa.

En el capítulo 3, se establecen las principales estructuras operativas que se organizan para el combate en el ámbito de la artillería de costa. Cabe resaltar la importancia del concepto de unidad de defensa de artillería de costa (UDACTA), entendido como una organización operativa de carácter eventual, composición variable, con mando único y organizada para el cumplimiento de una misión o cometido relacionado con la defensa de costas de manera limitada en tiempo y espacio. Su composición dependerá de los cometidos asignados y de la situación táctica, así como de otros factores como el grado de protección a proporcionar, la amenaza estimada o las características de la zona donde desplegar.

Las UDACTA deben tener capacidad para actuar en todo el espectro del conflicto y en cualquier tipo de operación. Para ello, las unidades de artillería de costa deberán ser modulares, polivalentes e interoperables.

Atendiendo al esfuerzo requerido para su generación y en función de la unidad orgánica sobre la que se genera, se establecen tres tipos de UDACTA:

- ◇ de esfuerzo máximo: generada sobre todas las capacidades del regimiento con las agregaciones y segregaciones necesarias para operar en un escenario de alta intensidad, durante una sola rotación.

- ◇ de esfuerzo medio: sobre la base de un grupo con las debidas agregaciones y segregaciones, con capacidad de actuar en el estrecho de Gibraltar o proyectarse, con capacidad de operar al menos durante dos rotaciones.
- ◇ de esfuerzo sostenido: generada sobre la base de una batería de armas con los módulos de mando y control y logísticos que le proporcionan capacidad de actuar mediante el empleo de todas las funciones de combate.

Todo ello sin olvidar la generación de UDACTA puntuales para esfuerzos concretos y misiones específicas, como pueden ser las de vigilancia.

La UDACTA podrá actuar en operaciones, directamente subordinada al jefe de una organización operativa naval (Task Group), para contribuir a la vigilancia y seguridad marítima o en apoyo a las operaciones navales; o bajo el mando del jefe de una organización operativa terrestre, con misiones específicas de defensa de costas, para proteger las fuerzas y organizaciones operativas subordinadas y los objetivos de interés asignados en su área de responsabilidad, siempre en estrecha coordinación con el mando componente marítimo.

En este capítulo también se desarrollan las distintas modalidades de mando operativo que afectan a estas estructuras, dependiendo de la organización operativa en la que se encuadren: naval o terrestre.

En el capítulo 4, se trata la función de combate mando en las unidades de artillería de costa, valorando todos los aspectos que conforman un sistema de mando y control, tanto del mando componente terrestre como del componente marítimo a través del Mando de Vigilancia y Seguridad Marítima.

*El Mando de Vigilancia y Seguridad Marítima es responsable del planeamiento, conducción y seguimiento de las operaciones de vigilancia y seguridad de los espacios marítimos de soberanía, responsabilidad e interés nacional. De este mando dependen operativamente los mandos, unidades y fuerzas que se le asignen o las organizaciones operativas constituidas o que se constituyan para el cumplimiento de las tareas que se encomienden. El Comandante del Mando de Vigilancia y Seguridad Marítima (ALFLOT) forma parte de la cadena operativa para el ejercicio de sus cometidos.*

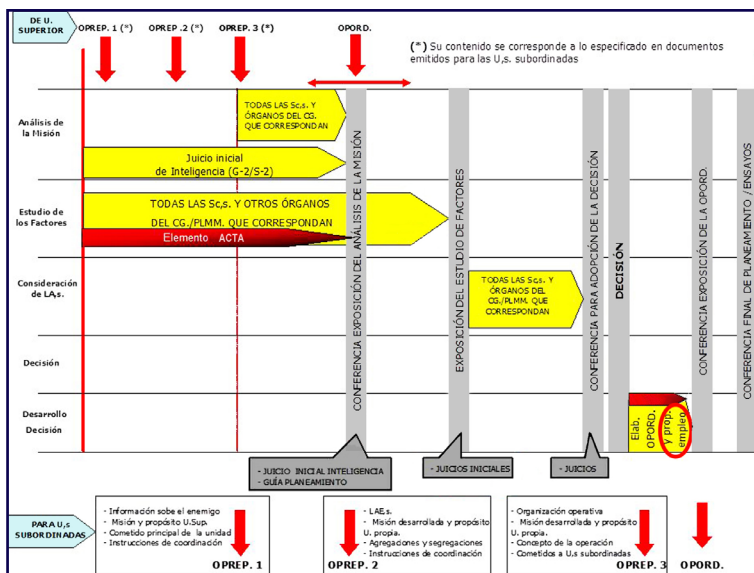
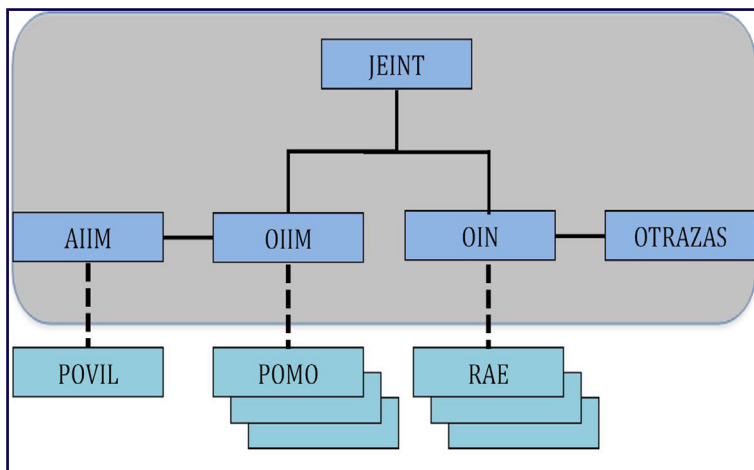
*(OM 08/15 de organización básica de las Fuerzas Armadas).*

*...sin olvidar otras amenazas emergentes no convencionales características de escenarios híbridos en los que también podrían actuar las unidades de costa.*

Así se concretan el conjunto de acciones que comprende la conducción de las operaciones relacionadas con la seguridad marítima que permite ejercer el control táctico de las armas y de los fuegos para la defensa de costas, y que se materializan mediante las medidas de control de las unidades de ACTA,

*La publicación tratará sobre la organización del grupo de artillería de costa, los sistemas de armas y los sistemas de detección, localización e identificación de objetivos que lo conforman; y los procedimientos operativos estandarizados que necesita.*

las funciones de dirección táctica de la batalla naval y las órdenes de control táctico.



Arriba: Estructura de la célula de inteligencia y elementos de obtención

Abajo: Propuesta de empleo

En el capítulo 5 se realiza una detallada descripción de la composición y funcionamiento del puesto de mando de una unidad de defensa de ACTA de esfuerzo máximo, generada sobre la base del propio regimiento, por ser el más completo de los existentes y englobar al resto de puestos de mando de UDACTA de menor esfuerzo. De forma más somera se tratará el puesto de man-

do del grupo de artillería de costa, cuando éste se encuentre incluido como unidad táctica en una UDACTA. Para el puesto de mando de la UDACTA o estructuras operativas de menor esfuerzo será necesario adaptar la organización de este puesto de mando de esfuerzo superior a los cometidos a desarrollar.

En el capítulo 6 se desarrolla cómo se ejecutan las actividades propias de la función de combate inteligencia, focalizando el estudio en los apartados específicos propios de artillería de costa y fundamentalmente en la inteligencia táctica de objetivos.

La ACTA, debido a su alta especialización y a sus particulares misiones desarrolladas en tierra pero dirigidas al ámbito marítimo, participa en la función de combate inteligencia con una doble faceta, en el análisis del entorno operativo como cualquier otra unidad de las fuerzas terrestres y como generadoras de inteligencia naval enfocada a la consecución de una visión completa del campo de batalla marítimo.

El capítulo 7 desarrolla el enlace y los sistemas de telecomunicaciones y de información (CIS) de la artillería de costa, parte básica del sistema de mando y control tanto terrestre como marítimo. Los procedimientos de intercambio de información y los enlaces de datos tácticos, donde se definen los distintos data link, siendo el Link 16 y el Link 22 los más apropiados para su empleo en las unidades de artillería de costa.

El capítulo 8 trata el planeamiento de las operaciones de defensa de costa desde el punto de vista táctico. Y aunque este planeamiento presenta diferencias en función del mando componente que ejerza el mando operativo sobre la artillería de costa, lo que se persigue, en

cualquier caso, es disponer de un procedimiento común para generar las organizaciones operativas de defensa de costas (UDACTA), para que cumplan con la finalidad última de proporcionar libertad de acción al mando.

En el capítulo 9 se desarrollan las actividades de apoyo logístico en las unidades de artillería de costa, adecuándolos a los principales cambios derivados de la transformación en la organización del apoyo logístico de la fuerza terrestre.

La función de combate protección en las unidades de artillería de costa se analiza en el capítulo 10.

La publicación dispone, también, de tres anexos: los medios de la artillería de costa; el despliegue de las unidades de artillería de costa; y las unidades de defensa de costa en los diferentes casos de las operaciones navales. Además se incluyen los preceptivos apéndices de acrónimos y abreviaturas, glosario de términos y bibliografía.

En cuanto a la revisión de la publicación “Empleo del grupo de artillería de costa”, en marzo de 2016 se iniciaron los primeros pasos con la aprobación de la “guía de redacción”, documento base donde se propone, fundamentalmente, cuál va a ser el objeto de la publicación y qué documentos debe integrar, así como un índice aproximado de la misma.

El objetivo del grupo de estudios es revisar y actualizar las OR4-306 “Empleo del grupo de costa cañón móvil” de 1 de julio de 2005, con la finalidad de adaptarla a la PD4-302 “Empleo de la artillería de costa” de 2016 e integrar los conceptos de empleo táctico del RE6-306 “Servicio en fuego del SDT de costa 9KA-410” de 27 de noviembre de 1995.

Se han nombrado los vocales del grupo de estudio que pertenecen a la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Artillería (Segovia) y al RACTA 4 (San Fernando).

*...en la actualidad el grupo de costa tiene la posibilidad de trasladar sus medios móviles a cualquier zona del litoral peninsular, archipiélagos o a las plazas de Ceuta y Melilla, incluso fuera del territorio nacional, para la defensa de costas o para la vigilancia y control del tráfico marítimo de una determinada zona...*

La publicación tratará sobre la organización del grupo de artillería de costa, los sistemas de armas y los sistemas de detección, localización e identificación de objetivos que lo conforman; y los procedimientos operativos estandarizados que necesita.

Especificará la composición de la estructura operativa “unidad de defensa de artillería de costa” (UDACTA) organizada para el cumplimiento de una misión de esfuerzo medio; y del GACTA como elemento de fuego de una UDACTA.

*Procede del anterior reglamento de empleo RE5-306 “Tiro de Artillería de Costa” de fecha 20 de enero de 1997 que hubo que actualizar por la retirada de servicio de todos los materiales fijos, la entrada en servicio del grupo de ACTA cañón móvil...*

Definirá la estructura del mando y control, la composición de los puestos de mando y cómo realizar la dirección de los fuegos; enume-



Arriba: Empleo ACTA  
Centro: Empleo GACTA  
Abajo: Tiro ACTA

rá los enlaces a establecer en el GACTA, sus sistemas de telecomunicaciones e información y los procedimientos de intercambio de información.

Tradicionalmente los materiales de artillería de costa estaban ubicados en asentamientos fijos; en la actualidad el grupo de costa tiene la posibilidad de trasladar sus medios móviles a cualquier zona del litoral peninsular, archipiélagos o a las plazas de Ceuta y Melilla, incluso fuera del territorio nacional, para la defensa de costas o para la vigilancia y control del tráfico marítimo de una determinada zona; por ello se concretará el planeamiento táctico de las operaciones del GACTA, como elemento de una UDACTA, teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la movilidad de los materiales, que implican reconocimiento de asentamientos e itinerarios para los cambios de posición.

Expondrá la organización y competencias del GACTA en relación a la inteligencia de objetivos y al concepto ISTAR (inteligencia, vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos). La inteligencia de objetivos estará orientada a dos necesidades concurrentes: la información general sobre el ámbito marítimo y la adquisición de objetivos para la artillería de costa.

Establecerá cómo se ejecutará el apoyo logístico, tanto cuando el grupo forme parte de una organización operativa terrestre, como de una naval.

Detallará la protección en las UDACTA, con las medidas que debe afrontar el grupo contra las acciones enemigas que buscan adquirir información, y contra las acciones de supresión; las medidas



de protección, tanto de contravigilancia como de contrasupresión; la autodefensa; y la protección de la fuerza.

Y como todas las publicaciones militares, contará con un apéndice de acrónimos y abreviaturas, otro de glosarios de términos militares y uno de bibliografía.

La publicación “Tiro de artillería de costa” de 3 de enero de 2011, se mantendría como está en la actualidad.

Procede del anterior reglamento de empleo RE5-306 “Tiro de Artillería de Costa” de fecha 20 de enero de 1997 que hubo que actualizar por la retirada de servicio de todos los materiales fijos, la entrada en servicio del grupo de ACTA cañón móvil, la adopción de un sistema de mando y control específico de ACTA y las modificaciones orgánicas producidas en este tipo de unidades.

Los objetivos de la artillería de costa, normalmente, son los buques. En consecuencia, el tiro de costa es un caso de tiro contra objetivos en movimiento, tratándose, por tanto, de la resolución de un problema de colisión de dos móviles: proyectil y buque. Su total resolución comprende tres problemas parciales: topográfico, cinemático y balístico.

La publicación no describe las operaciones detalladas de los diferentes componentes del sistema, pues para ello se cuenta con las correspondientes publicaciones específicas, y está organizada de la siguiente forma:

Capítulo 1. Conceptos y definiciones específicas.

Capítulo 2. Los materiales y el sistema de dirección de tiro con los sensores y el calculador.

Capítulo 3. El problema del tiro contra objetivos navales, que resuelve el problema topográfico (determinación de la ley de movimiento del objetivo); el problema cinemático (con la determinación de la posición futura y la resolución del problema de la interdependencia); el problema balístico; y la corrección del tiro.

Capítulo 4. Preparación de las unidades para el fuego, con los cálculos preliminares, las correcciones previas y el ajuste de batería (del sistema de dirección de tiro, de las piezas y la comprobación experimental).

Capítulo 5. Observación del tiro, con los distintos medios de observación (óptica, electrónica y oprónica); y las clases de observación para la determinación del sentido y la magnitud de los desvíos.

Capítulo 6. La ejecución del tiro. Tiro de persecución y fase de preparación.

Capítulo 7. La ejecución del tiro. Fase de corrección y fase de eficacia.

Capítulo 8. Misiones, órdenes y procedimientos operativos para la ejecución del tiro en una batería de costa. Rotura y suspensión del fuego.

Capítulo 9. Ejercicios de instrucción de unidades y de fogeo.

Finalizando con el anexo A (Comprobación y verificación del tiro) y el anexo B. (Blancos utilizados en los ejercicios de tiro).

Con esto se finaliza un análisis del mapa lógico doctrinal del nivel 4 de la artillería de costa, con el objetivo de llevar a cabo una revisión de las publicaciones que responda a su estructura orgánica actual y a su empleo en operaciones.

<b>ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS</b>	
<b>ACTA</b>	Artillería de Costa
<b>AIIM</b>	Auxiliar de Inteligencia de Imágenes
<b>ALFLOT</b>	Almirante de la Flota
<b>CIS</b>	Sistema de Información y Telecomunicaciones
<b>DIDOM</b>	Dirección de Doctrina, Orgánica y Materiales
<b>JADART</b>	Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Artillería
<b>JEINT</b>	Jefe de Inteligencia
<b>OIIM</b>	Oficial de Inteligencia de Imágenes
<b>OIN</b>	Oficial de Información Naval
<b>OR</b>	Orientaciones
<b>OTRAZAS</b>	Operador de Trazas
<b>PD</b>	Publicación Doctrinal
<b>POMO</b>	Puesto Móvil de Observación
<b>POVIL</b>	Puesto Móvil de Observación y Vigilancia
<b>RACTA</b>	Regimiento de Artillería de Costa
<b>RAE</b>	Radar de Exploración
<b>RE</b>	Reglamento de Empleo
<b>SDT</b>	Sistema de Dirección de Tiro
<b>UDACTA</b>	Unidad de Defensa de Artillería de Costa

---

**El teniente coronel D. Carlos Javier García Arias pertenece a la 269 promoción del arma de Artillería, es especialista en SDT/DLO y experto universitario en metodología de la investigación y análisis prospectivo, por la universidad de Granada. En la actualidad está destinado como analista en la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Artillería.**

---

## Empleo de los Apoyos de Fuego en la “Operación Serval”

por D. Alfonso Domínguez Barbero, teniente coronel de Artillería

En este artículo se analiza la Operación Serval, llevada a cabo en el año 2013 por el ejército francés en Mali, fundamentalmente en lo que respecta a los apoyos de fuego utilizados en la misma, extractando finalmente las Lecciones Aprendidas, y sacando unas conclusiones al respecto.

### ANTECEDENTES

En enero de 2013, el ejército francés lanzó una operación militar en Mali, para frenar el avance de Grupos Armados Yihadistas (GAD), apoyados por rebeldes tuaregs del Movimiento Nacional de Liberación de Azawad<sup>1</sup> (MNL), que pretendían derrocar el gobierno legítimo maliense en Bamako, la capital. Esta operación puede considerarse un éxito militar en toda regla, pues en apenas seis meses, las fuerzas francesas fue-

ron capaces de contener su avance y expulsarlos del territorio de Mali.

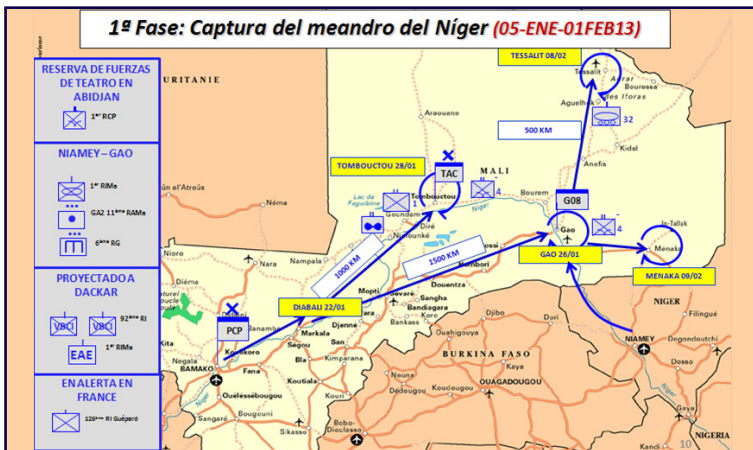
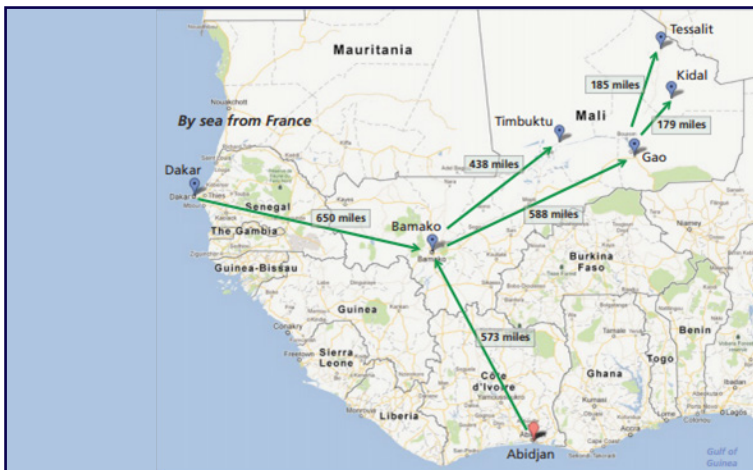
### LA AMENAZA

Los GAD implicados en el conflicto procedían de tres organizaciones terroristas:

- ◇ Ansar Dine: el más numeroso, compuesto principalmente por tuaregs, y que estaba liderado por un antiguo miembro del MNL, Iyad ag Ghali, radicalizado al fundamentalismo a principios de siglo.
- ◇ AQMI (Al-Qaeda en el Magreb Islámico): filial de Al-Qaeda en el norte de África.
- ◇ MUJAO (Movimiento por la Unidad y la Yihad en África Occidental): el más discreto pero quizás el más letal en sus acciones, compuesto por árabes y negros de etnia Peul, que tenía su base de operaciones en Gao.

Se desconoce aún la cifra exacta de combatientes afiliados a estos GAD, aunque el Ejército francés es-

(1) Azawad: Región del norte de Mali que históricamente reclama el pueblo Tuareg como su patria.



Arriba: Figura 1. Recorridos de las columnas francesas estacionadas en la región (ENE-MAR13)

Abajo: Figura 2. Avance de las fuerzas francesas durante la 1ª Fase de la operación (05ENE-01FEB13)

timaba su número en torno a 1.500 insurgentes (INS) en junio de 2013.

Su armamento procedía básicamente de las Fuerzas Armadas (FAS) malienses (material capturado o sustraído por desertores tuaregs) y de las FAS libias, que tras la descomposición del gobierno de Gaddafi, habían dejado sus polvorines a merced de las mafias y los GAD. Así pues, los rebeldes contaban al inicio de la ofensiva con gran variedad de armamento, como fusiles de asalto, ametralladoras pesadas, lanzagranadas, misiles contra carro

e incluso Misiles Antiaéreos Portátiles (MANPAD).

Sus fuentes de financiación procedían del contrabando de drogas, tabaco y armamento, así como del rescate de rehenes occidentales.

## DESPLIEGUE E INICIO DE LAS OPERACIONES

El despliegue de la operación se apoyó en las fuerzas francesas ya estacionadas en el norte de África (figura 1), reduciendo así el volumen de efectivos y material que había que proyectar a Malí. A finales de 2012, las FAS francesas contaban con cerca de 2050 militares desplegados en esa región (250 en Senegal, 950 en el Chad, 450 en Costa de Marfil y 400 en Burkina Faso).

Del mismo modo, contaron con varios cazas Mirage 2000 D en Djamená (Chad), así como helicópteros Gazelle y RPAS en Uagadugú (Burkina Faso), en apoyo a las Unidades (U) de Operaciones Especiales (OE) allí destacadas.

Inicialmente, U de OE destacadas en Burkina Faso y posteriormente, un Grupo Táctico (GT) procedente del Chad, entraron en combate a la espera de refuerzos procedentes de la metrópoli. Mientras tanto y de manera progresiva, se llevó a cabo la proyección de Fuerzas desde Francia, que fueron empeñadas gradualmente en la operación a medida que entraban en el país.

## FASES DE LA OPERACIÓN

La operación Serval se caracterizó por la gran movilidad de sus unidades terrestres (helitransportadas y en vehículos sobre ruedas), apoyadas eficazmente con fuego aéreo (CAS o CCA) y terrestre (ACA y MP). Esto obedecía a la reciente experiencia adquirida en la operación de ISAF (Afganistán),

donde se concluyó que el empleo de las armas de precisión fuera de alcance resultaba insuficiente para controlar áreas dominadas por la amenaza asimétrica. Por el contrario, era necesario pisar el terreno y mantener el contacto con el enemigo al objeto de expulsarlo del mismo.

En términos generales, la Operación Serval estuvo dividida en tres fases:

- ◊ Fase 1: Captura del terreno, del 5 de enero al 1 de febrero (figura 2).
- ◊ Fase 2: Búsqueda y destrucción de la amenaza, del 1 de febrero al 30 de marzo.
- ◊ Fase 3: Estabilización de la zona de operaciones, del 1 de abril en adelante.

## APOYOS DE FUEGO

Esta operación contó con la participación de una única Unidad de APOFU, (figura 3) donde se encuadraron medios de fuego indirecto (ACA y morteros), medios de obtención (ISR<sup>2</sup>), medios de Enlace y medios de Mando y Control (C2). Estos medios procedían de los Regimientos de Artillería de África n° 68<sup>3</sup> (68° RAA), Artillería de Marina n° 3 (3er RAM) y Artillería de Marina n° 11 (11° RAM), que estaba servida por 264 militares, y con la siguiente composición:

- ◊ Un Elemento de Mando y Control / Gestión del Espacio Aéreo (Célula 3D), procedente de la Plana Mayor de Mando (PLMM) del 68° RAA, reforzado con miembros del Estado Mayor (EM) de su Brigada, al mando del S3<sup>4</sup> de Rgto.
- ◊ Dos Secciones de Morteros Pesados<sup>5</sup> (MP) F1 de 120 mm de ánima rayada: una Sc. procedente

del 3er RAM y otra Sc. procedente del 11° RAM.

- ◊ Una Sección de obuses Auto-Propulsados<sup>6</sup> (ATP) ruedas “Caesar” de 155 mm (figura 4): dos obuses procedentes del 11° RAM y otros dos obuses procedentes del 68° RAA.
- ◊ Cuatro Destacamentos de Coordinación de la Observación y el Enlace (DLOC)<sup>7</sup>

*...en apenas seis meses, las fuerzas francesas fueron capaces de contener su avance y expulsarlos del territorio de Malí.*

- ◊ Una (1) Batería de Inteligencia (figura 5). La Unidad de Inteligencia de la Brigada, perteneciente al 68° RAA, en apoyo a la U de Maniobra hasta nivel Subgrupo Táctico (S/GT).
- ◊ Un Equipo Meteorológico.

*Todos los APOFU disponibles se concentraron en torno a una única Unidad, incluidos los MP, que no dependieron de los Jefes de GT.*

Asimismo, y aparte de esta Unidad, se desplegaron:

- ◊ Sistemas Aéreos Pilotados Remotamente (RPAS) de medio alcance del tipo “Harfang”, que realizó su primera misión sobre Malí el 18 de enero de 2013.
- ◊ Helicópteros de Ataque Tigre, Puma y Gazelle del Rgto. n° 5 de Helicópteros de Ataque.

Respecto a la organización de esta Unidad de APOFU cabe subrayar los siguientes aspectos:

(2) ISR: Medios de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento.

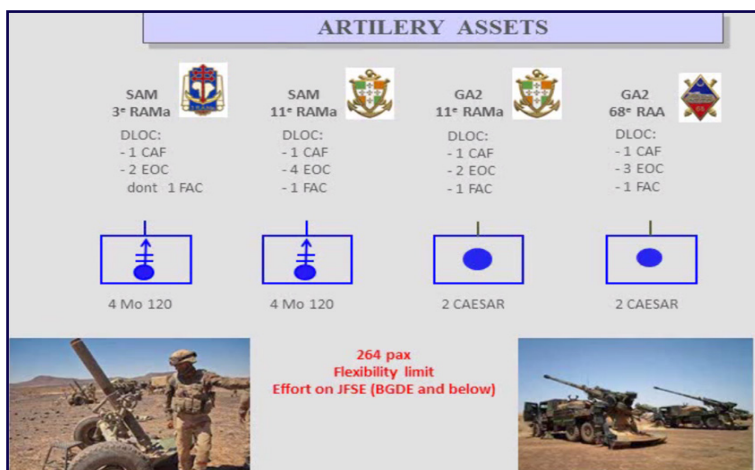
(3) Perteneciente a la 3ª Brigada Mecanizada.

(4) Jefe de Operaciones e Instrucción de la PLMM de Rgto.

(5) A cuatro morteros por Sección.

(6) A cuatro obuses la Sección.

(7) Equivalente al Elemento de Apoyo de Fuegos (FSE) de Grupo Táctico (GT).



Equipe	Effectifs	Véhicules	Moyens TRANS/TOPO/CDT
Commandement	1/0/2		1 Calculateur CADET 2 ER 315 1 PLGR
	0/1/2		1 TTO 2 ER 315
AGC	0/1/1		
Reconnaissance	0/1/2		1 PLGR 1 ER 314/315 1 TP NG
	0/1/2		1 PLGR 1 ER 314/315
Tir Groupe 1	0/1/4		1 CALP 2 ER 315
	0/1/4		1 CALP 2 ER 315
	0/0/2		1 ER 328
Tir Groupe 2	0/1/4		1 CALP 2 ER 315
	0/1/4		1 CALP 2 ER 315
	0/0/2		

Arriba: Figura 3. Elementos de Artillería y Morteros encuadrados en la Unidad de APOFU

Abajo: Figura 4. Composición de una Sección ATP ruedas "Caesar" a 4 piezas

- ◊ Todos los APOFU disponibles se concentraron en torno a una única Unidad, incluidos los MP, que no dependieron de los Jefes de GT.
- ◊ A partir de esta Unidad de APOFU se organizaron diversos

Agrupamientos en apoyo a los GTIA, para cada fase de la operación.

- ◊ La práctica totalidad de los medios de obtención de inteligencia del componente terrestre (medios ISR), se encuadraron en la Batería de Inteligencia perteneciente a la Unidad de APOFU.
- ◊ A nivel Componente Terrestre, se delegó en esta Unidad de APOFU la gestión del espacio aéreo (célula 3D) y la coordinación de los Fuegos Conjuntos (aéreos y de superficie).

### CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE APOFU

- a. Obús ATP "Caesar" de 155 mm (figura 6).
  - Alcance: 37.950 m con Proyectil Rompedor (PR), 32.800 m con proyectil contra-carro guiado (BONUS), 23.000 m con Proyectil Especial de Humos (PEH) y 17.700 m con proyectil especial iluminante (PEL).
  - Autonomía: 500 km.
  - Peso: 17,7 t (con munición), 15,7 t (sin munición). Ello le permite ser aerotransportado por el C-130J Hércules y el A 400 M.
  - Cadencia: seis disparos por minuto.
  - Protección: Blindaje 2a: 7,62 mm (sin kit de protección adicional) y 2b: 7,62 mm perforante (con kit de protección adicional).
  - Tripulación: cuatro (Jefe de Pieza, conductor y dos sirvientes de pieza).
  - Dimensiones: 10 m largo / 3,3 m altura / 2,5 m ancho.
  - Tiempo de entrada en posición: menos de 1 minuto.
- b. Mortero Pesado F1 de 120 mm de ánima rayada remolcado (figura 7).

- Alcance: 8.200 m.
- Vehículo remolcador: VAB, VLRA o GBC.
- Peso: 612 kg.
- Cadencia: 18 disparos por minuto.
- Tiempo de entrada en posición: de 2 a 3 minutos.
- Tripulación: seis (Jefe de Pieza, apuntador, cargador-tirador, artíficiero, proveedor y conductor).
- Dimensiones: 3,1 m largo / 1,9 m ancho.

## DESARROLLO DE LA OPERACIÓN

Para esta operación, las fuerzas francesas se organizaron en varios Agrupamientos Tácticos de entidad Grupo Táctico (GT), denominados GTIA (Grupos Tácticos Interarmas).

El primer GTIA (GTIA 1) se organizó en base a las siguientes unidades de maniobra:

- ◇ Procedentes del Chad (figura 1): dos compañías del Rgto. de Infantería de Marina nº 21 (21º RIM) sobre vehículos blindados rueda (VAB) y un escuadrón de caballería de la Legión Extranjera dotado de carros de combate (CC) ligeros AMX-10RC. Estas Unidades llegaron a la capital de Malí (Bamako) y progresaron hacia el norte entrando en combate el 12 de enero de 2013.
- ◇ Procedente de Costa de Marfil: una compañía de húsares paracaidistas que partió por carretera desde Abijan hacia Bamako para sumarse a la operación (tres días de marcha).
- ◇ Procedente de Gabón: Un S/GT paracaidista de Infantería de Marina que partió por carretera desde Gabón hacia Bamako (dos días de marcha).
- ◇ Procedente de Francia: una compañía aerotransportada en alerta (sistema Guepard).

Simultáneamente, se inició la proyección del GTIA 2 por vía marítima,

desde Francia hasta Dakar (Senegal). El 28 de enero desembarcó en Dakar el grueso del GTIA 2, sobre la base del Rgto. de Infantería nº 92 (RI 92), el cual llegó a Bamako el 12 de febrero, para a continuación encaminarse hacia el norte, dirección Gao.

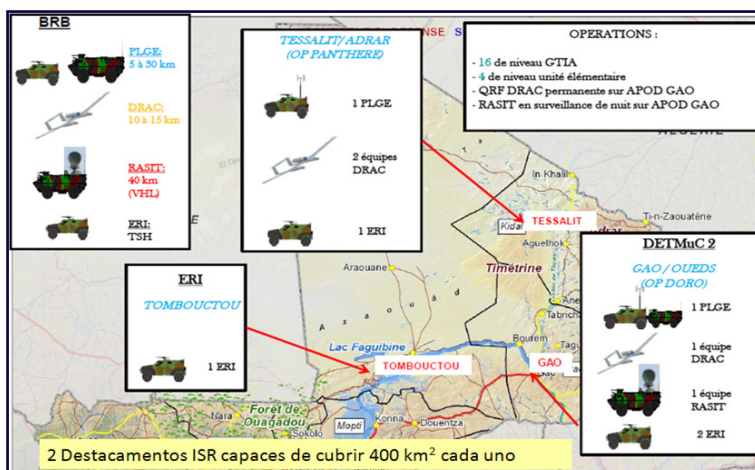
*A nivel Componente Terrestre, se delegó en esta Unidad de APOFU la gestión del espacio aéreo (célula 3D) y la coordinación de los Fuegos Conjuntos (aéreos y de superficie).*

Sin solución de continuidad, mediante transporte aéreo se fueron concentrando fuerzas en la base de Abijan, en su mayor parte pertenecientes al 2º Rgto. Paracaidista de la Legión Extranjera (2º REP) y al 17º Rgto. Guepard Paracaidista (RGP 17).

El GTIA 3 estuvo compuesto por 850 efectivos, y estuvo formado por un Escuadrón de CC ligeros AMX-10RCR (12 CC), una Cía. de Infª Mz (54 VLB y 87 VAB), una Cía de Zapadores, una Cía. Logística (66 camiones GBC), una Batería de ACA compuesta por dos piezas ATP Caesar y cuatro MP de 120 mm, un Detachamento de RPAS y EW/SIGINT, y una Célula 3D.

*En total, se llegó a desplegar hasta 5.000 efectivos franceses en la operación, apoyados por 7.000 militares de fuerzas africanas...*

El GTIA 4, denominado Grupo Táctico Combinado de Armas y Tropas Aerotransportadas, estuvo constituido por fuerzas paracaidistas y aerotransportadas de los RCP 1 y REP 2, así como medios aéreos y de apoyo por el fuego (tres helicópteros Puma, dos helicópteros Tigre, dos helicópteros Gazelle y dos piezas ATP Caesar).



Arriba: Figura 5. Organización y despliegue de la Batería de Inteligencia integrada en la U. de APOFU

Abajo: Figura 6. Obús ATP ruedas de 155 mm. Caesar efectuando un disparo

En total, se llegó a desplegar hasta 5.000 efectivos franceses en la operación, apoyados por 7.000 militares de fuerzas africanas<sup>8</sup>, sin embargo, de éstos desplegaron en primer escalón junto con los franceses, 2.300 soldados chadianos.

El 11 de enero la aviación detuvo el avance de los GAD entre Diabali y Konna. Asimismo, las fuerzas de

(8) Fuerzas Africanas encuadradas en la misión de Naciones Unidas de AFISMA / ECOWAS, que a partir de julio de 2013 pasó a denominarse MINUSMA.

Operaciones Especiales (OE) recuperaron la localidad de MOPTI.

Del 12 al 15 de enero se completó la entrada inicial de fuerzas francesas en Bamako.

El 26 de enero las fuerzas francesas capturaron la localidad de Gao, el 27 de enero Tombuctú, el 30 de enero Kidal y el 7 de febrero Tessalit.

El 19 de febrero se inicia la operación Pantera en el macizo de Tirarrar (Adrar des Ifoghas) que se prolongará hasta el mes de abril. Durante este mes se desencadenan las operaciones ADADA (entre Tombuctú y Arouane) y GUSTAV-1 (en los alrededores de Gao), así como las operaciones en la región de Taoudéni. Al cabo de ellas, se puede asegurar que se concluyen las operaciones convencionales y comienzan las operaciones de control de zona, contra un enemigo de naturaleza insurgente (INS).

### EMPLEO DE LOS APOYOS DE FUEGO

Por lo general, se constituyeron diversos Agrupamientos de APOFU de entidad Sección<sup>9</sup> en apoyo a U de Maniobra de entidad GT o S/GT. Cada uno de estos Agrupamientos progresó por un eje diferente a retaguardia de la unidad apoyada (figura 8), ejecutando de media 25 Acciones de Fuego (A/F) cada uno de ellos.

La primera Unidad de APOFU en intervenir en la operación fue una batería del 3er RAM, que fue empleada en apoyo a al GTIA 1 en su progresión hacia el norte, desde Bamako hasta Tombuctú.

Una vez recuperado el control de Tombuctú, se produjo la toma de Gao y Tessalit, en el extremo noeste del país. Durante este evento, se produjo la máxima descentraliza-

(9) Sección: de 4 morteros por Sc. de MP y de entre 2 y 4 obuses por Sc. ACA.



ción del empleo de la ACA posible, llegando a agregar una sola pieza ATP Caesar a un S/GT Acorazado (200 efectivos) dotado de CC ligeros AMX-10RC, perteneciente al RIM 1, para apoyar su maniobra. Este S/GT partió desde Niamey (Níger) el 31 enero y llegó a Gao el 2 de febrero, para seguidamente dirigirse hacia Tessalit. Tras recorrer 500 kilómetros llegó a Tessalit el 8 de febrero, donde las fuerzas de OE habían apresado el aeropuerto un día antes.

Seguidamente, se realizó la conquista del macizo de “Adrar de Ifoghas” que se encontraba bajo el control de AQMI y Ansar Dine. En ella intervinieron los GTIA, 3 y 4. Este último tuvo que desplazarse 500 kilómetros en 48 horas para llegar a tiempo y tomar parte en la operación, la cual se desarrolló de manera intensa, con fuerte resistencia enemiga y con altas temperaturas (cerca de 50° C). Se demostró fundamental el apoyo de los APOFU y el fuego aéreo para desalojar al enemigo, lo que favoreció la maniobra de las fuerzas en contacto. Cabe subrayar la determinación y agresividad demostrada por los soldados chadianos, con el balance de 26 rebeldes muertos entre sus filas.

A partir de febrero (fase 2 de la operación) se inició la actividad insurgente (INS) en zonas donde las fuerzas francesas habían desbordado algunos GAD, que se encontraban entonces mezclados con la población civil. Este fue el caso de la región de Gao, donde se produjo un repunte de la actividad de MUJAO. El GTIA 2 tuvo como misión recuperar el control de la región de Gao. El 2 de marzo se libraron intensos combates para recuperar la localidad de Imenas, en manos de los GAD, lo que provocó 52 muertos entre las filas de MUJAO. Poco a poco, la actividad de los GAD fue basculando al combate asimétrico, a semejanza de lo ocurrido en Afganistán, con el empleo de

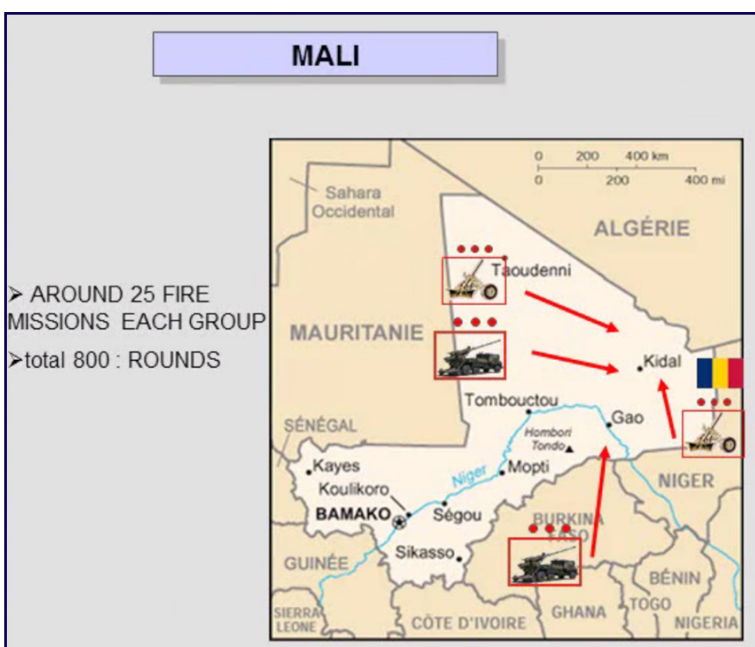
IED, de manera aislada o mediante ataques complejos, así como por elementos suicidas, sobre vehículos o adosados a individuos. Destacar los ataques suicidas realizados en las localidades de Tombuctú, Gao y Kidal.

*...Durante este evento, se produjo la máxima descentralización del empleo de la ACA posible, llegando a agregar una sola pieza ATP Caesar a un S/GT Acorazado...*

A pesar del escaso consumo de munición de artillería y morteros durante la operación Serval (cifrado en 753 proyectiles en total), su papel resultó fundamental, facilitando la maniobra de las unidades en contacto. Así pues, su acción permitió suprimir y neutralizar con la precisión necesaria el enemigo, proporcionando la ventaja necesaria para alcanzar el éxito. Durante los combates librados el 27 de febrero se llegó a causar la muerte a 42 rebeldes mediante la concurrencia de los fuegos aéreos y de superficie.

*A pesar del escaso consumo de munición de artillería y morteros durante la operación Serval (cifrado en 753 proyectiles en total), su papel resultó fundamental...*

Estos Agrupamientos de APOFU se caracterizaron por su escasa huella logística. Sirva de ejemplo el Agrupamiento constituido por 2 obuses Caesar y 2 camiones TRM 10.000, que fue capaz de ejecutar 34 A/F de neutralización, proporcionar 40 minutos de iluminación y realizar 400 metros de cegamiento/ocultación durante 10 minutos. Este Agrupamiento sólo dispuso de un único contenedor estándar de 20 pies, donde se almacenaba todo el herramental específico y el nivel piezas de repuesto necesario (clase IX) de este sistema de armas. Del



Arriba: Figura 7. Mortero Pesado de ánima rayada F-1 de 120 mm, realizando un disparo

Abajo: Figura 8. Despliegue de los principales Agrupamientos de APOFU implicados en la Operación

mismo modo, estos Agrupamientos de APOFU tuvieron que realizar grandes desplazamientos en breves espacios de tiempo, para proporcionar el apoyo necesario a las unidades en contacto. De media, cada vehículo implicado en la operación, realizó más de 1.500 kilómetros por terreno

no preparado, lo que demostró la dureza y fiabilidad de sus vehículos en condiciones extremas.

Sin embargo, la principal novedad relacionada con los APOFU durante esta operación fue sin duda la acusada descentralización de empleo, y en segundo término, la versatilidad y capacidad para adaptarse rápidamente a la maniobra de las U apoyadas: los agrupamientos de APOFU variaron su entidad y número constantemente, así como la zona de despliegue y la Unidad o Unidades apoyadas (GT o S/GT). Así pues, constituyeron múltiples Agrupamientos cuya entidad variaba desde Batería hasta Equipo o Pieza aislada. Esto fue posible debido a:

- ◊ El sistema de posicionamiento global (GPS), navegación inercial (INS) y calculador balístico emplazado en cada obús Caesar. De este modo, la topografía y la puntería se realizaban de manera autónoma desde cada obús, sin depender de otros elementos.
- ◊ El sistema de Mando y Control (C2) de APOFU "Atlas" del ejército francés, que permitió la integración de todos los elementos del sistema de APOFU en un único sistema, coordinando la dirección táctica y técnica de los fuegos.
- ◊ El nivel de blindaje/protección de los obuses Caesar, que les permitieron transitar aisladamente o en el seno de pequeños convoyes, a salvo de los efectos de las armas ligeras (hasta 7,62 mm.)

Del mismo modo, se otorgó gran relevancia al empleo del fuego aéreo en apoyo a las operaciones. A tal efecto, cada S/GT francés encuadró dentro de él dos capitanes: mientras que el más antiguo ejercía el Mando de la Unidad, el segundo desempeñaba la función de coordinador de fuegos (terrestres o aéreos). Este último desempeñaba en ocasiones el papel de JTAC (Joint Terminal Air

Controller) y frecuentemente el de Destacamento de Coordinación de la Observación y el Enlace (DLOC). De este modo, el S/GT dispuso de una integración eficiente de los fuegos conjuntos en la maniobra.

Tradicionalmente, del estudio de los factores (ambiente, amenaza, misión, etc.) de cada operación en particular, se deduce el concepto de empleo de los APOFU. En el caso de la operación Serval, este estudio aconsejaba romper los principios doctrinales que venían rigiendo el empleo de la Artillería desde hace más de un siglo (empleo en masa y aplicación según el propósito del Mando), para priorizar la función de combate maniobra sobre cualquier otra (1ª fase de la operación).

En lo que respecta a la precisión del tiro, resultó fundamental el empleo de la estación meteorológica de superficie, lo que permitió batir eficazmente los objetivos, sin necesidad de tiros experimentales previos o ajustes del tiro posteriores.

Por otro lado, no fue necesario el empleo de munición ACA guiada, ya que ninguno de los objetivos que se presentaron así lo justificaron. Por ello, la totalidad de la munición “Bonus” (contra-carro guiada) que se llevó hasta allí, volvió intacta.

## LECCIONES APRENDIDAS

Así pues, tras la finalización de esta Operación, se pueden extraer las siguientes Lecciones Aprendidas (LLAA):

- ◇ La congestión del espacio aéreo debido al tránsito de aeronaves y trayectorias de los APOFU, hacen necesario activar una célula de gestión del espacio aéreo (célula 3D). Esta célula estuvo encuadrada en la Unidad de APOFU anteriormente mencionada.
- ◇ Los APOFU complementan el fuego aéreo (CAS y CCA) inde-

pendientemente de cuáles sean las condiciones meteorológicas, por lo que gozan de una disponibilidad permanente para apoyar a las unidades en contacto. Del mismo modo, se caracterizan por su reducido tiempo de respuesta.

*El buen alcance y precisión de los obuses ATP Caesar, hizo necesaria la obtención de información de objetivos en profundidad, más allá de la capacidad de detección de los elementos de enlace. Esta información fue obtenida principalmente a través de medios de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) del tipo RPAS...*

- ◇ El buen alcance y precisión de los obuses ATP Caesar, hizo necesaria la obtención de información de objetivos en profundidad, más allá de la capacidad de detección de los elementos de enlace. Esta información fue obtenida principalmente a través de medios de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) del tipo RPAS. Así pues, el binomio precisión y largo alcance fueron claves en el empleo de la ACA, apoyados por una adecuada inteligencia de objetivos (precisa y oportuna).

*Las semejanzas existentes entre el obús ATP Caesar francés y el obús español de 155/52 mm. SIAC (figura 9), resultan más que evidentes...*

- ◇ En relación con el empleo de los MP, se observó que el lanzamiento de granadas iluminantes resultó muy eficaz para disuadir a los GAD de perpetrar ataques sobre posiciones aisladas, por lo general de S/GT.
- ◇ La reducida entidad de la amenaza, desaconsejaba el empleo en masa de la ACA, favoreciendo el empleo de Unidades de ACA reducidas: tipo Sección (de 4 o 2 piezas), e incluso una sola pieza.

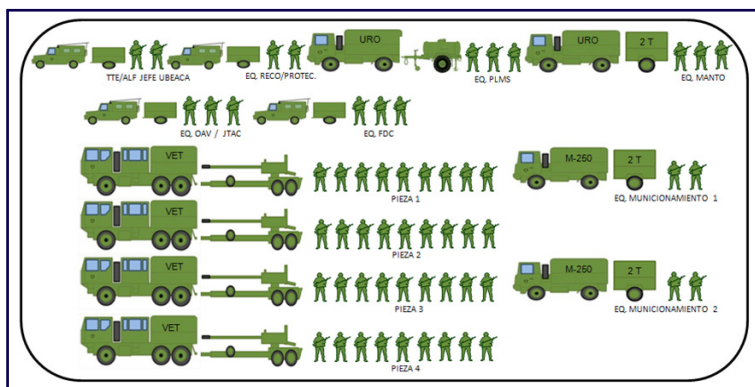


Figura 9. Posible composición de una Sección SIAC 155/52 española a cuatro piezas

## CONCLUSIONES

Finalmente, y en lo que respecta a la aplicación de estas Lecciones Aprendidas a nivel nacional, cabe hacer las siguientes consideraciones:

- ◊ La ACA carece actualmente de la experiencia y flexibilidad necesarias para organizar, desplegar y emplear U de APOFU de entidad inferior a Batería, en apoyo a U de Maniobra de pequeña entidad (tipo S/GT). Sin embargo, la reciente constitución de GACA mixtos (en base a diferentes ma-

teriales de ACA), facilita la constitución de U de APOFU híbridas, más flexibles y versátiles.

- ◊ Del mismo modo, nuestra ACA requiere dotarse de más y mejores medios ISR, del tipo RPAS, con los que alimentar una amplia, precisa y oportuna inteligencia de objetivos, corregir el tiro y evaluar los daños ocasionados sobre los objetivos batidos.
- ◊ Las semejanzas existentes entre el obús ATP Caesar francés y el obús español de 155/52 mm. SIAC (figura 9), resultan más que evidentes. Salvando las diferencias relativas a la entidad de la dotación, peso, movilidad y protección de ambos materiales, puede afirmarse que el obús español hubiese desempeñado un papel similar a su homólogo francés en dicho conflicto. Su alcance, calibre, cadencia y capacidad para emplear municiones de alcance extendido, permiten suponer que ello hubiese sido factible.
- ◊ La inclusión de OFA y JTAC en la estructura de enlace de las U de ACA, contribuye a integrar los fuegos aéreos en la maniobra de las unidades, complementando la acción de los APOFU.

## BIBLIOGRAFÍA

- ◊ Dossier «Zoom: Mali - Opération Serval» JUL13.
- ◊ Présentation «Les Différents Systèmes D'Armes - ART 505» ABR12.
- ◊ Dossier «Equipements D'Aujourd'hui et de Demain Dans L'Artillerie» JUL14.
- ◊ Présentation «L'Artillerie dans L'Opération Serval» OCT13.
- ◊ «Doctrine D'Emploi des Forces Terrestres en Zone Désertique et Semi-désertique» (Ministère de la Défense) 18ENE13.
- ◊ «France's War in Mali, Lessons for an Expeditionary Army», Michael Shurkin, Rand Corporation. 2014.
- ◊ «Présentation du Caesar», LTN Mathias. Fédération Nationale de l'Artillerie. 31MAR15.

---

**El teniente coronel D. Alfonso Domínguez Barbero pertenece a la 283 Promoción del arma de Artillería, está en posesión de los cursos SDT/DLO, ECM/EPM de los Sistemas de Armas, Superior de Inteligencia de las FAS, CIMIC y Técnicas Pedagógicas, y actualmente ostenta el mando del GACA I/93.**

---

## Explotación de datos de registro Skydor y su representación visual

por Dña. Natalia Eugenia Gómez Gabás, teniente de Artillería

Con la finalidad de mejorar el análisis de la misión de una Unidad de Defensa Antiaérea, se ha estudiado y mejorado el método empleado para la explotación de los registros de datos de la Dirección de Tiro Skydor, de forma que sean fácilmente interpretables en una tabla Excel. Una vez conseguido esto, se importarán a la Carta Digital para permitir su visualización sobre un mapa del terreno. Finalmente, se investigará la posibilidad de importarlos a otro Sistema de Información Geográfica que permita la posibilidad de visualizar los datos en una línea temporal a modo de reproducción de sucesos.

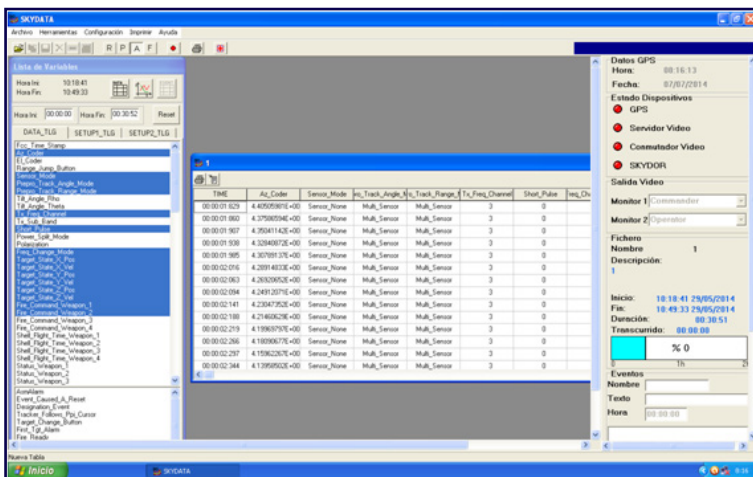
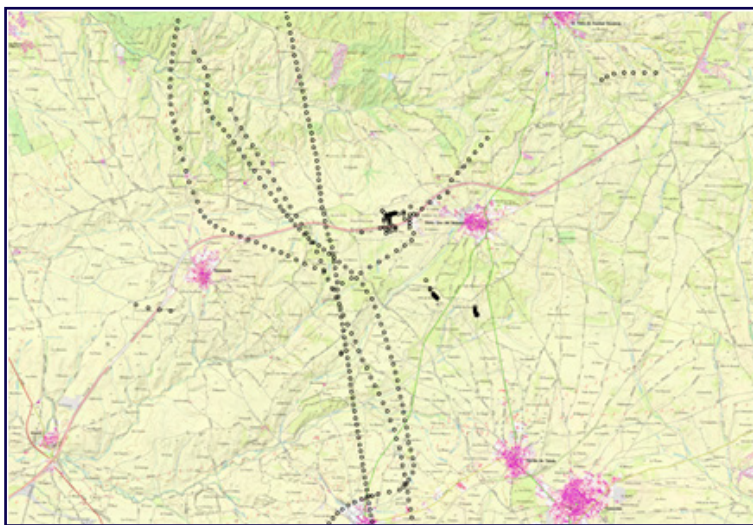
El presente artículo refleja el resultado de las investigaciones realizadas como fin del grado de Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar (Zaragoza), en el Regimiento de Artillería Antiaérea nº 71 (RAAA 71) en la localidad de Madrid, así como en el propio Centro Universitario de la Defensa.

Hasta la fecha, la representación sobre un mapa de los datos

grabados por la Unidad de Registro (UREG) de la DT Skydor, referentes a las aeronaves y la propia DT, se ha realizado en la Carta Digital, software desarrollado por el Ministerio de Defensa y principal SIG del Ejército de Tierra. Este Sistema de Información Geográfica (SIG) abarca multitud de posibilidades, las cuales se detallan en adelante.

Sin embargo, el análisis táctico post-trabajo resultaba todavía difícil de realizar, debido a la complejidad que conlleva el entender exactamente las rutas seguidas por las aeronaves y el momento en que éstas las realizaron.

Por ello, se ha pretendido solventar esta dificultad, encontrando un nuevo SIG que permita la reproducción temporal de sucesos de forma que se puedan visualizar las rutas de las aeronaves en movimiento, como si de un video se tratase.



Arriba: Figura 1: Waypoints de las aeronaves grabadas

Abajo: Figura 2: Variables a seleccionar en Skydata

mientos, etc.) de todos los sistemas participantes en una misión. Esto les ha permitido llevar a cabo un análisis de calidad en el que, sobre un mapa, se reproducen las diferentes posiciones que cada aeronave ha ocupado en cada momento.

Del mismo modo, los sistemas de armas de nuestro Ejército disponen de herramientas de registro que aportan información de sucesos. Estos sucesos pueden ser importados sobre tablas que, mediante su representación gráfica sobre el visor cartográfico, son utilizados en el análisis de la misión.

Sin embargo, como se puede ver en la Figura 1, su principal inconveniente es que la representación de dichas tablas se materializa en su totalidad sobre el visor lo que, a la postre, dificulta su comprensión. Por este motivo, la implementación de esta característica aporta una mejora significativa al análisis de la misión.

### EXTRACCIÓN DE LOS DATOS

La grabación de datos es realizada por la herramienta Skydata, software desarrollado por la empresa española NAVANTIA, instalada en un ordenador conectado a la DT Skydor mediante un cable de red. Ésta grabará todos los datos referentes a las aeronaves a las que se les realice seguimiento. Una vez grabados se procederá a su análisis post-ejercicio.

Tras el filtrado realizado por la UREG se obtiene una gran cantidad de información sobre el funcionamiento y operación de la Dirección de Tiro (DT) que está siendo monitorizada. Esta información hace referencia a los diferentes modos de funcionamiento y operación del sistema, a datos sobre el objetivo al que se está siguiendo, así como otros objetivos dentro del alcan-

ce de los sensores en intervalos de tiempo de 40 milisegundos. En total más de 130 campos forman parte de cada registro.

Por lo tanto, se puede empezar a dilucidar que esta gran cantidad de datos tienen escasa utilidad táctica. En primer lugar, muchos de ellos no son necesarios a nivel táctico. Un artillero necesita solo 20 de los campos registrados, los cuales se mencionan más adelante. En segundo lugar, algunos de esos datos no vienen en las unidades de medida adecuadas. A modo de ejemplo, sobre una aeronave sería conveniente saber el módulo de su velocidad y su dirección. Sin embargo, el programa da todas las coordenadas vectoriales de la velocidad y de la posición. Por último, el intervalo de mediciones es excesivamente pequeño. Esto provoca que para un intervalo de dos minutos el número de registros sea de 3.000. Es imposible tratar con estos datos de forma manual.

Por lo tanto los pasos a seguir son:

- ◇ Seleccionar únicamente los 20 campos necesarios y trasladarlos a otra tabla Excel.
- ◇ Combinar los registros de forma que den la información en un formato más útil.
- ◇ Reducir el número de registros aumentando el tiempo de medición entre ellos.

Para realizar la extracción de datos se selecciona el archivo “.hdr” con el que se quiera trabajar desde modo análisis del Skydata. Dentro de la lista de variables (Figura 2), se eligen sólo 20 de ellas, las cuales son las que aportan los datos necesarios a nivel táctico.

Estos datos se convierten a una tabla, la cual se guarda como un archivo TXT con el nombre deseado. Una vez hecho esto ya se dispo-

ne del archivo origen de datos que se deberá importar a la herramienta como se explica en adelante.

### **PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

En el GAAA I/71 se ha desarrollado una herramienta Excel por medio de la cual se puede elegir el intervalo temporal de presentación de datos, seleccionando periodos de 0.5, 1 ó 2 segundos. Además, se transforman los datos extraídos de la UREG obteniendo así datos más útiles a nivel táctico, como por ejemplo las coordenadas UTM del objetivo.

*Sin embargo, el análisis táctico post-trabajo resultaba todavía difícil de realizar, debido a la complejidad que conlleva el entender exactamente las rutas seguidas por las aeronaves y el momento en que éstas las realizaron.*

Esta tabla se puede tratar manualmente, y a partir de ella se pueden realizar diferentes actividades con los datos obtenidos, tales como un informe MISREP, o representarlos en la Carta Digital.

*...Esto provoca que para un intervalo de dos minutos el número de registros sea de 3.000. Es imposible tratar con estos datos de forma manual.*

Esta herramienta está contenida en un libro Excel en el que se han incluido una serie de macros que simplifican las operaciones a realizar por el usuario, de modo que su funcionamiento se asemeja al de una aplicación. A continuación,

HORA GPS	X_UTM	Y_UTM	ALTURA (m)	ALTURA (pies)	RUMBO	VEL (m/s)	VEL (nudos)	FUEGO	TIPO SEG.
11:41:27	392450	4454750	1658	5440	272	128	249	0	Radar
11:41:27	392390	4454760	1668	5472	269	128	249	0	Radar
11:41:28	392320	4454760	1668	5472	266	131	254	2	Radar
11:41:28	392270	4454760	1678	5505	266	119	231	2	Radar
11:41:29	392210	4454770	1678	5505	267	117	227	2	Radar
11:41:29	392160	4454770	1688	5538	269	117	228	0	Radar
11:41:30	392100	4454770	1688	5538	269	116	226	0	Radar
11:41:30	392040	4454770	1698	5571	269	117	228	2	Radar
11:41:31	391980	4454770	1698	5571	269	120	234	2	Radar
11:41:31	391930	4454770	1698	5571	268	118	230	2	Radar
11:41:32	391870	4454770	1698	5571	268	115	224	2	Radar
11:41:32	391810	4454780	1708	5604	268	117	228	2	Radar
11:41:33	391760	4454780	1708	5604	268	117	228	0	Radar
11:41:33	391700	4454780	1718	5636	267	119	232	0	Radar
11:41:34	391640	4454780	1718	5636	267	121	236	0	Radar
11:41:34	391570	4454790	1728	5669	268	124	240	0	Radar
11:41:35	391510	4454790	1728	5669	268	124	241	0	Radar
11:41:35	391450	4454790	1738	5702	267	124	241	0	Radar

Arriba: Tabla 1. Ejemplo de tabla Excel obtenida después de la transformación de los datos

Abajo: Figura 3: Portada de la Herramienta Excel

se explica de forma detallada la estructura y cada una de las funciones de la herramienta:

1. Portada: en este cuadro de diálogo (Figura 3) que se inicia al abrir el libro, se debe seleccionar el intervalo temporal de presentación de datos. Se puede elegir entre 0.5, 1 y 2 segundos. También se deben teclear las coordenadas UTM de la uni-

dad de Sensores y la hora de inicio de grabación.

Una vez introducidos estos valores, mediante el botón “Seleccionar origen...” se debe concretar el archivo Excel o TXT del que se quieren extraer los datos. Este archivo es el que se ha creado desde la aplicación Skydata y con los 20 campos concretados anteriormente.

2. Una vez ha terminado el proceso de carga de datos y elección de datos de origen, la herramienta presenta la hoja “resultado”, en la que se muestran ordenados cronológicamente los siguientes datos del objetivo en seguimiento:

- **HORA GPS:** en formato hh:mm:ss.
- **Orientación:** en grados sexagesimales con respecto a la posición propia (orientación del objetivo con respecto a la Unidad de sensores).
- **Distancia (metros):** distancia de la unidad de sensores al objetivo expresado en metros.
- **Distancia (millas):** distancia de la unidad de sensores al objetivo expresado en millas náuticas.
- **Coordenadas UTM:** aproximadas al metro.
- **Altura (m):** altura sobre el nivel de mar expresada en metros.
- **Altura (pies):** altura sobre el nivel de mar expresada en pies.
- **RUMBO:** rumbo del objetivo en grados sexagesimales.
- **VELOCIDAD (m/s):** velocidad expresada en metros por segundo.
- **VELOCIDAD (nudos):** velocidad expresada en nudos.
- **FUEGO:** con los valores:
  - “0”, si no se ha hecho fuego.
  - “1”, si ha hecho fuego una pieza.
  - “2”, si han hecho fuego las dos piezas.



- **TIPO SEG:** tipo de seguimiento que se ha realizado: Auto (automático), Radar, Vt (óptico), Manual, o Sensor\_None (sin seguimiento).
- **Seguimiento angular:** tipo de seguimiento angular, con los siguientes valores:
  - “Radar”, si los datos se obtienen del radar de seguimiento.
  - “Vt”, si se sirve de los datos del video tracker (IR o TV).
  - “Joystick”, si es seguimiento angular manual usando el joystick.
  - “Man\_Height”, si se usa elevación joystick, también conocido como “altura manual”.
  - “Memo”, si el seguimiento es en memoria.
  - “Lower\_El\_Profil”, si el seguimiento está por debajo del límite inferior de elevación.
  - “Multi\_Sensor”, si utiliza radar y óptico, generalmente no hay seguimiento.
- **Seguimiento en distancia:** tipo de seguimiento en distancia, con los siguientes valores:
  - “Radar”, si los datos se obtienen del radar de seguimiento.
  - “Laser”, si la distancia se mide con el láser.
  - “Memo”, distancia en memoria.
  - “Default”, si no hay medidas anteriores desde las que realizar seguimiento en memoria, distancia por defecto.
  - “Multi\_Sensor”, si utiliza radar y láser.
- **MODO FREQ:** modo cambio de frecuencia, con los siguientes valores:
  - “FIJA”, si se usa frecuencia fija.
  - “PERT”, si se usa el modo de frecuencia menos perturbada.

- “ÁGIL”, si se usa pseudoagilidad de frecuencia.
- **Nº FREQ:** indica el número de la frecuencia en uso.
- **ANCHO DE PULSO:** puede ser LARGO o CORTO.

*En el GAAA I/71 se ha desarrollado una herramienta Excel por medio de la cual se puede elegir el intervalo temporal de presentación de datos, seleccionando periodos de 0.5, 1 ó 2 segundos...*

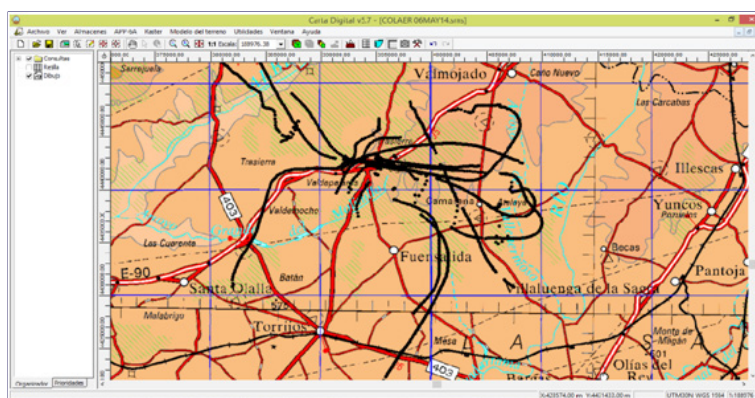
- **MODO PRF:** indica el modo de cambio de la PRF. Puede ser FIJA o ÁGIL.
- **PAR PRF:** marca el par de la PRF en uso en ese instante.
- **CÁMARA:** indica qué cámara, IR o TV, está activa en ese momento.
- **SILENCIO:** muestra “NO” en caso de que se esté radiando y “SI” en caso de que se tenga activado el silencio radar.

*Son estos datos los que darán lugar a la elaboración del informe MISREP, tras la realización del ejercicio, y los cuales se podrán representar en la Carta Digital...*

Además, en esta hoja se han introducido formatos condicionales que permiten al usuario distinguir con facilidad los momentos en los que se ha realizado seguimiento, o se ha hecho fuego sobre la amenaza. Las celdas en color sepia corresponden a registros en los que existe seguimiento sobre algún móvil, y las celdas con el texto en negrita a aquellos en los que se realiza fuego. Además, se marca la primera y última línea de cada seguimiento con distintas tonalidades (sepia oscuro para inicio y verde para final de seguimiento), de este modo, aunque se haga un cambio de obje-

22NOV15		UT ALFA										POSICIÓN				ELEVAD		VIB		OBSERVACIONES	
MOD	ORDEN	DIR	DIR	Y UTM	X UTM	Y UTM	X UTM	Y UTM	X UTM	Y UTM	X UTM	Y UTM	X UTM	Y UTM	MOD	VAL	MOD	VAL	PRE	VAL	
151402	055	24077	730	431203	430730	4077	18203	75	153	421	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151405	054	25067	810	431203	430730	4077	17345	71	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151408	053	25115	810	431203	430730	4077	18429	71	153	216	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151409	050	25213	800	431203	430730	4077	17463	78	153	219	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151409	050	25213	800	431203	430730	4077	17463	78	153	219	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151410	050	25213	800	431203	430730	4077	17463	78	153	219	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151411	050	25213	800	431203	430730	4077	17463	78	153	219	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151412	049	25294	730	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151413	048	25384	650	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151414	047	25474	570	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151415	046	25564	490	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151416	045	25654	410	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151417	044	25744	330	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151418	043	25834	250	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151419	042	25924	170	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO
151420	041	26014	90	431203	430730	4077	18429	76	153	215	0	Fuete	Fuete	Fuete	Fuete	2	LARGO	ADL	1	R	NO

- La altura del objetivo está referida sobre el nivel del mar.  
 - El número y orientación en grados se decimales.  
 - Fuego: 0 = no fuego  
 1 = fuego a pic.  
 2 = fuego a pic.



Arriba: Figura 4: MISREP de la Unidad ALFA del GAAA I/71

Abajo: Figura 5: Waypoints de las aeronaves representados en la Carta

MISREP. El informe MISREP es necesario para que todas las unidades subordinadas informen de los sucesos acontecidos durante el trabajo junto con las aeronaves. La Herramienta Excel permite crear un informe MISREP (Figura 4) de forma rápida y eficiente, con la finalidad de favorecer el flujo de información necesario entre todos los escalones de mando.

Antes de crear esta herramienta, un operador era el encargado de apuntar a mano todos los datos relativos al objetivo en el momento que se le ordenase, tales como el momento en que se hiciera fuego, o cuando se comenzaba un seguimiento... Este método era impreciso, dado que se introducían errores humanos, resultando en imprecisiones relevantes tanto en tiempo como en distancia. A modo de ejemplo, ocurrían casos en los que realmente se disparaba a un objetivo a una distancia superior a 4 km, siendo el rango de alcance máximo de las piezas 35/90 de 4 km. dado que, desde el momento en el que el operador veía la distancia hasta que se disparaba, el objetivo había sido capaz de alejarse. Gracias a esta herramienta todos los datos quedan grabados y reflejados en tiempo real, sin permitir cualquier tipo de duda con respecto a los sucesos acontecidos.

**IMPORTACIÓN DE LOS DATOS A LA CARTA DIGITAL**

Importar los datos a la Carta Digital es una de las capacidades que tiene la extracción y explotación de los datos mediante la Herramienta Excel creada.

Hay que tener en cuenta que no todos los datos grabados han de ser necesariamente importados (hay partes en las que no ha habido objetivos). Para seleccionar solo las filas que contienen datos

tivo instantáneo, se podrá diferenciar ese momento fácilmente.

Son estos datos los que darán lugar a la elaboración del informe MISREP, tras la realización del ejercicio, y los cuales se podrán representar en la Carta Digital. Estos mismos son sobre los que se ha investigado la forma de importarlos a un nuevo SIG, el cual permita su representación temporal.

**ELABORACIÓN DEL MISREP**

La última hoja del libro Excel de esta Herramienta es el informe

de interés se emplea el filtro por color que tiene la Herramienta. Se selecciona el filtrado color sepia (ha habido seguimiento). Los datos seleccionados se guardarán como un documento de texto .txt creado previamente. Este archivo .txt ya está listo para ser importado a la Carta Digital.

Para importar los datos se debe generar una Base de Datos (BD) nueva sobre la que se creará un conjunto de datos. Se rellenan todos los campos eligiendo las opciones que interesan (coordenadas UTM y sistema 30N WGS84). Una vez creado el conjunto de datos se creará una tabla vectorial con geometría de punto. Con esto, ya se tiene una base de datos nativa de Carta Digital con un conjunto de datos y una clase de entidad dispuesta para incorporar datos nuevos.

Ahora se importarán puntos ASCII que están recogidos en la tabla EXCEL que se transformó previamente en archivo de texto. Se selecciona Conjunto de Datos y Clase de Entidad (TABLA) y, si no salta ningún mensaje, significa que ya se tiene los datos importados dentro de la base de datos.

Una vez realizados todos los pasos, ya se pueden visualizar las trazas de los aviones en la Carta Digital como se ve en la Figura 5.

Aun así puede parecer que todavía la representación no es óptima. Para dar solución a este inconveniente, la Carta Digital cuenta con la opción de poder crear una biblioteca en la que se pueden dibujar los símbolos que se quiere que aparezcan, y cuándo deben hacerlo. Por ejemplo, se puede representar el valor "fuego": un punto blanco cuando no se haya hecho fuego, naranja para fuego con una pieza, y rojo para fuego con dos piezas.

La Figura 5 sería el resultado final proporcionado por la Carta Digital. Si bien muestra las rutas de las aeronaves, la disposición de las Unidades y otros valores, entender por dónde han atacado las aeronaves primero, cuáles han sido sus movimientos exactamente, o por dónde se aproximan resulta muy difícil de entender.

*...ocurrían casos en los que realmente se disparaba a un objetivo a una distancia superior a 4 km, siendo el rango de alcance máximo de las piezas 35/90 de 4 km...*

La principal carencia de esta aplicación SIG es la imposibilidad de representar en una línea temporal las trayectorias de seguimiento de objetivos realizadas por los sistemas. La Carta Digital únicamente permite una visualización estática de cada waypoint, siendo muy difícil de discernir las rutas llevadas a cabo por las aeronaves. Esto limita la percepción de lo ocurrido y dificulta su análisis por los interesados. La incorporación de la variable temporal ofrecerá una mayor versatilidad y calidad al análisis posterior de los datos.

*...El SIG encontrado que es capaz de reproducir sucesos en el tiempo es Google Earth.*

### **REPRESENTACIÓN EN LÍNEA TEMPORAL**

Para conseguir un estudio táctico óptimo de la situación sería conveniente que las rutas segui-

das por las aeronaves se mostrasen en una línea temporal tipo video, es decir, sobre un mapa del terreno se debe ver únicamente el o los waypoints correspondientes a cierto momento o intervalo temporal. Para ello, la información necesaria es la latitud del waypoint, su longitud, el momento en el que fue creado y la elevación. El objetivo deseable sería disponer de una aplicación SIG que permitiera la reproducción a lo largo del tiempo de los hechos registrados, pudiéndose detener la misma en los momentos oportunos para así tener una visión más clara de lo ocurrido durante los eventos registrados. Por ello, se ha investigado un nuevo SIG capaz de reproducir sucesos en función del tiempo.

Se han investigado diversos SIG que no contenían esta capacidad. Algunos de ellos son: GvSIG (v.1.11 y v.1.9), TrackMaker, Ozi Explorer, Base Camp, Map Source, ArcGis, Capaware, Geoserver y Grass. El SIG encontrado que es capaz de reproducir sucesos en el tiempo es Google Earth.

En primer lugar, se ha investigado qué tipo de archivos es capaz de reproducir Google Earth. El tipo de archivo importado es .gpx, formato de intercambio de información GPS. GPX o GPS Exchange Format, es un esquema XML diseñado como un formato de datos GPS común para las aplicaciones de software. Puede ser utilizado para describir waypoints, tracks y rutas.

Un waypoint es un punto que indica una situación de coordenadas dentro del mapa, y por lo tanto contiene información referente a la latitud y longitud del mismo. Además, puede contener elevación e información relativa al tiempo, es decir, un formato referente a la fecha y hora en la que fue creado. Esta última información es necesaria si se

quiere que Google Earth reproduzca los waypoints de las aeronaves en función del tiempo. Un track es el segmento que une dos waypoints los cuales están concatenados uno tras otro para describir un recorrido completo. Una ruta es un conjunto de un número definido de waypoints concatenados para generar un recorrido. Para la representación buscada solo es necesario que el fichero gpx incluya waypoints.

Como se ha mencionado anteriormente, para que Google Earth sea capaz de reproducir en función del tiempo, los waypoints han de contener la información relativa a la fecha y hora de su creación según el siguiente formato:

```
<wpt lat="0.228989998"
lon="37.307771810">
<ele>0.000000</ele>
<time>2007-01-01T00:00:26Z</time>
<name>2007/01/01 00:00:26</name>
</wpt>
```

Como se puede ver el waypoint (wpt) viene definido por su latitud (lat), longitud (lon), elevación (ele), la fecha y hora de su creación (time) y su nombre (name). El formato time es concreto y es necesario que sea así para que Google Earth comprenda que esa información es la información temporal que empleará para reproducir el archivo. Este formato se rige por la norma ISO 8601 [ISO, 2014] [Kuhn, 2014] la cual especifica la notación estándar utilizada para representar instantes, intervalos e intervalos recurrentes de tiempo evitando ambigüedades.

En nuestro caso, la información que definirá cada waypoint está contenida en una fila color sepia de la hoja resultado del libro Excel, que previamente se representó en la Carta Digital.

El problema a resolver es el siguiente: se necesita crear un archi-

vo .gpx basado en esos waypoints y que contenga la información temporal. Dado que un archivo .gpx puede ser tratado como un documento de texto, surgen dos opciones:

1. Convertir el documento de texto (el cual se creó previamente a ser importado a la Carta Digital) en uno .gpx que Google Earth sea capaz de interpretar.
2. La Carta Digital permite exportar archivos .gpx. El problema es que se pierde la información temporal, y el archivo únicamente contiene los datos relativos al nombre del waypoint, su latitud, longitud y elevación. Habría que introducir la variable temporal posteriormente.

En ambas opciones es necesario emplear programación, dado que el número de waypoints es demasiado grande para llevarlo a cabo manualmente. La primera opción es más directa, dado que no es necesario emplear la Carta Digital. Basta con crear un documento de texto con las columnas del libro Excel necesarias. El problema que conlleva es la programación que necesitaría, muy compleja. La segunda opción contiene más pasos, dado que el archivo .gpx sobre el cual se va a trabajar es el exportado por la Carta Digital. Sin embargo, la programación es mucho más sencilla que en el primer caso. Es por ello que la segunda opción es la que se ha seguido.

Los waypoints proporcionados por el archivo .gpx exportado de la Carta Digital tiene el siguiente formato:

```
<wpt lat="40.1041899348"
lon="-4.2143597249">
<ele>1055.000000</ele>
<name>9:04:51</name>
<sym>0</sym>
</wpt>
```

Se puede observar que este waypoint carece de información temporal. Para conseguir que el formato sea el mismo que entiende Google Earth se ha reemplazando "<name>" por "<time>2014-05-04T0" y "</name>" por "</time>". La fecha es el día en que estos waypoints fueron recopilados. Así el formato resultante es:

```
<wpt lat="40.1041899348"
lon="-4.2143597249">
<ele>1055.000000</ele>
<time>2014-05-04T09:04:51Z</time>
<sym>0</sym>
</wpt>
```

*...Al contener información temporal, estos waypoints se pueden reproducir en una línea temporal...*

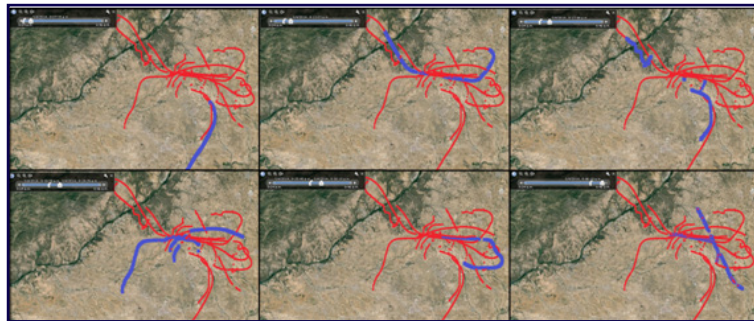
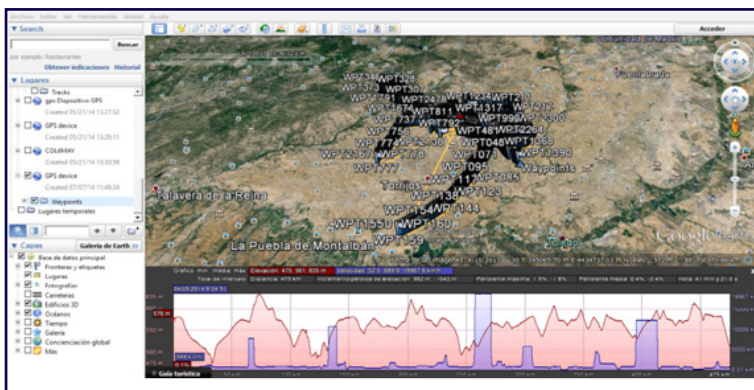
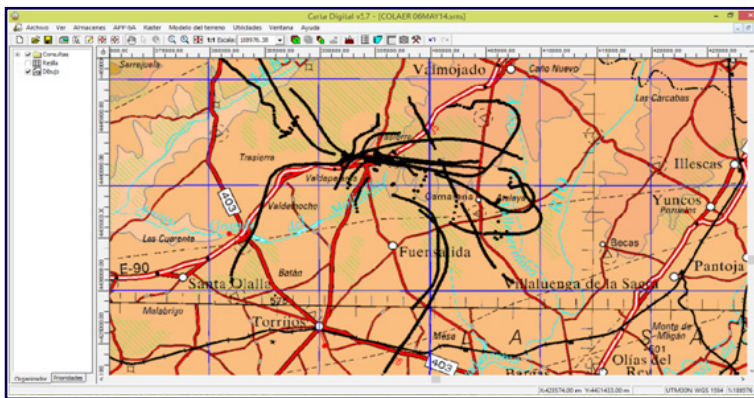
Este archivo .gpx ya está listo para ser importado en Google Earth y ser reproducido.

### REPRODUCCIÓN EN GOOGLE EARTH

Google Earth puede importar datos GPS de dos formas: a través de una conexión directa con un dispositivo móvil GPS, o bien mediante un archivo GPS (como un archivo .gpx). Este último sería el caso de estudio.

*Otra aplicación que tiene Google Earth es la representación del perfil de elevación de los waypoints y el perfil de velocidad...*

Se importa el archivo .gpx creado. Al contener información temporal, estos waypoints se pueden reproducir en una línea temporal mediante la herramienta que aparece en la esquina superior izquier-



Arriba: Figura 6. Vista de los waypoints sobre el terreno y herramienta de reproducción temporal

Centro: Figura 7. Perfil de elevación y velocidad

Abajo: Figura 8. Representación temporal del recorrido seguido por las aeronaves

y el perfil de velocidad (Figura 7). Mediante esta aplicación, se puede ver claramente la altura a la que han volado las aeronaves y a qué velocidad lo hicieron. Además, si se señala con el cursor sobre el perfil, en el mapa se indica mediante una flecha roja el waypoint correspondiente a ese momento.

Cada usuario puede visualizar los waypoints según sus preferencias. La Figura 8 muestra un ejemplo, en el que se representa en color rojo todo el recorrido seguido por las aeronaves y en azul como se van desplazando los waypoints según avanza el tiempo.

## CONCLUSIONES

Por todo lo expuesto en este artículo, queda constatado que el análisis post-misión es sumamente importante para una unidad, debido a la posibilidad de mejorar sus métodos y procedimientos que esto conlleva.

Toda esta información puede ser recopilada para, más tarde, ser analizada. En el caso del GAAA I/71, la DT Skydor cuenta con la herramienta SkyData, la cual proporciona toda la información necesaria para estudiar los movimientos de las aeronaves. Esta información tratada adecuadamente mediante la herramienta Excel desarrollada, proporciona los datos necesarios para elaborar un informe MISREP y para mejorar en los análisis post-ejercicio, junto con los pilotos que participen en una colaboración aérea. Gracias a ella se puede saber exactamente el momento en el que se ha hecho fuego, el lugar del objetivo y, por lo tanto, quien de los dos ha sobrevivido, el piloto o la unidad atacada.

da, como se puede ver enmarcada en un cuadro rojo en la Figura 6.

Otra aplicación que tiene Google Earth es la representación del perfil de elevación de los waypoints

Conseguir representar las rutas seguidas por las aeronaves en un mapa es de vital importancia. De

esta forma, se puede comprobar si han estado atacando el Punto Vital que se estaba defendiendo, sus principales avenidas de aproximación y las maniobras realizadas por los pilotos.

De este modo, queda constatado que la herramienta Excel elaborada por el GAAA I/71 tiene una gran importancia para la Unidad, tanto en tareas de planeamiento y análisis como de adiestramiento.

Sin embargo, aunque la Carta Digital permite esta representación, si bien es útil, resulta complicado comprender exactamente qué es lo que ha ocurrido. De ahí la importancia de encontrar un SIG que permita esta reproducción.

La carencia de la variable temporal en la reproducción de registros de datos ha sido solventada, facilitando así a la Unidad la tarea del

análisis de la misión. Esto ha sido posible gracias a que se ha podido demostrar que se pueden reproducir los archivos .gpx que contengan la variable temporal. Google Earth ha sido el único SIG encontrado con esta capacidad. Es un programa gratuito y que permite una perfecta visión del terreno. Gracias a este SIG se puede ver el movimiento de las aeronaves, parar la reproducción en el momento deseado y examinar la información de puntos concretos que sean de interés para la misión. Además, permite ver el perfil de alturas y velocidad, lo que incrementa la eficiencia del análisis de las aeronaves grabadas.

A pesar de que Google Earth facilita esta comprensión de lo sucesos acontecidos, el resultado óptimo sería que la propia Carta Digital fuera capaz de reproducir esta información, dado que es el SIG empleado por el Ejército de Tierra.

### BIBLIOGRAFÍA

- ◇ Dirección de Tiro Skydor. ACART-MF-016. Capítulo 1. Generalidades sobre el Sistema. 30 de abril de 2004.
- ◇ Google Earth. Disponible en: <http://www.google.com/earth/>. Consultada por última vez el 2 de Julio de 2014.
- ◇ Google Earth – Información. Disponible en: <http://www.google.com/earth/learn/>. Consultada por última vez el 2 de Julio de 2014.
- ◇ Google Earth – Tutorial: Cómo importar datos de sistemas de posicionamiento global (GPS) en Google Earth. Disponible en: <http://www.google.es/intl/es/earth/outreach/tutorials/importgps.html>. Consultada por última vez el 2 Julio de 2014.
- ◇ GPX – The GPS Exchange Format. Disponible en: <http://www.topografix.com/gpx.asp>. Consultada por última vez el 8 de Julio de 2014.
- ◇ Date and time format - ISO 8601. Disponible en: <http://www.iso.org/iso/home/standards/iso8601.htm>. Consultada por última vez el 8 de Julio de 2014.
- ◇ Markus Kuhn, A summary of the international standard date and time notation. Disponible en: <http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/iso-time.html>. Consultada por última vez el 8 de Julio de 2014.
- ◇ Norma Operativa Particular N° 365. Asunto: Explotación de datos de la unidad de registro Skydor. Fecha: revisión julio 2014. Redactada: Cap. Arturo Merchán Arellano. Autorizada: TCol. Jesús Fco. Rodríguez Muñoz.
- ◇ Norma Operativa Particular. Asunto: Procedimiento de importación archivos COAAS-M (.eve y .trz) y .txt a Carta Digital. Fecha: revisión

julio 2014. Redactada: Cap. Arturo Merchán Arellano. Autorizada: TCol. Jesús Fco. Rodríguez Muñoz.

- ◇ Carta Digital. Intranet Defensa. Información Geográfica, introducción. Consultado el 24 de abril de 2014.
- ◇ Antonio Moreno Jiménez. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Madrid, Ra-Ma, 2ª edición ampliada y revisada 2007.
- ◇ [PD4-315 Anexo B] PD4-315. Empleo de la Artillería Antiaérea (Tomo II - Anexos) ANEXO B. Datos de planeamiento para despliegues de unidades de AAA. Página B1.
- ◇ PD4-315. Empleo de la Artillería Antiaérea (Tomo II - Anexos) ANEXO C. Procedimientos de identificación de aeronaves. C.1. Introducción. Página C1.
- ◇ PD4-315. Empleo de la Artillería Antiaérea (Tomo II - Anexos) ANEXO C. Procedimientos de identificación de aeronaves. C2. Medios de identificación de aeronaves. Página C2. y C.2.4. Situación. Página C3.
- ◇ PD4-315. Empleo de la Artillería Antiaérea (Tomo II - Anexos) ANEXO F. Medidas de Control del Espacio Aéreo (ACM). F.1. Introducción. Página F1.
- ◇ PD4-315. Empleo de la Artillería Antiaérea (Tomo II - Anexos) ANEXO H. El INTE Aéreo. H.2.2.(b).(4). Avenidas de aproximación aérea. Página H4.
- ◇ PD4-315. Empleo de la Artillería Antiaérea (Tomo II - Anexos) ANEXO K. Plan EMCON. K.1. Control de Emisiones (EMCON). Página K1.

---

**La teniente Dña. Natalia Eugenia Gómez Gabás, pertenece a la 303 promoción del Arma de Artillería y en la actualidad manda una Sección Aspide-35/90 del I Grupo Aspide del Regimiento de Artillería Antiaérea n° 73. Asimismo, es graduada en Ingeniería de Organización Industrial por el Centro Universitario de la Defensa.**

---



## La integración del sistema PATRIOT en el sistema de defensa aérea

Por D. Juan José González Laá, teniente coronel de Artillería y D. Francisco Javier Romera Barroso, comandante de Artillería

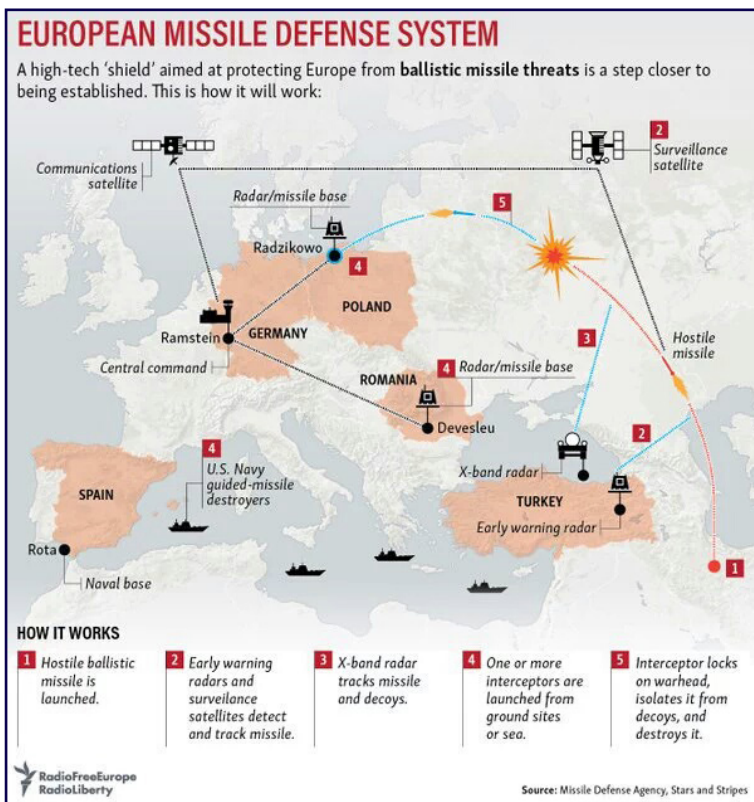
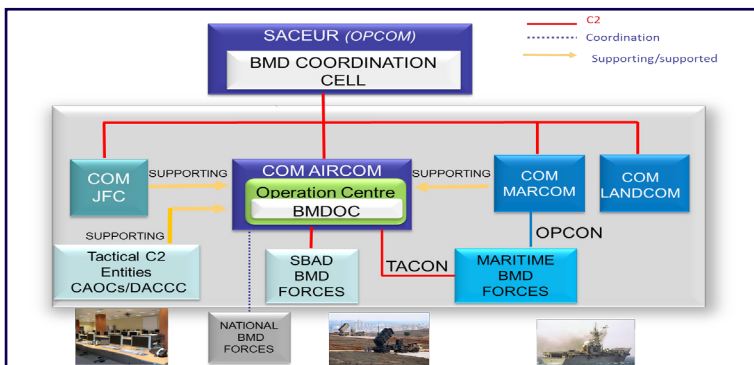
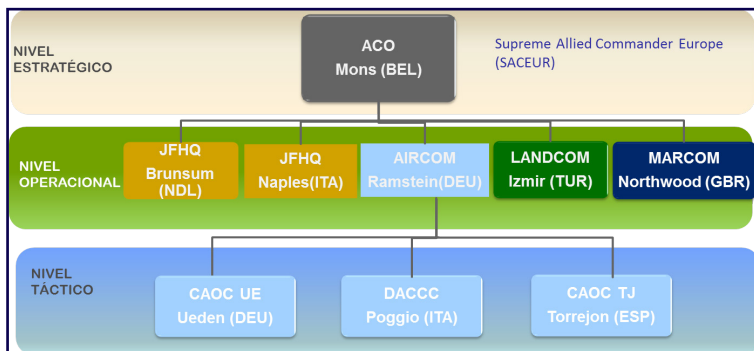
En el presente artículo se analiza la integración del sistema PATRIOT en el Sistema de Defensa Aérea nacional y aliado, tras la experiencia del despliegue de una unidad de ese material en Turquía y su posibilidad de actuación contra la amenaza convencional y antimisil.

Gran parte de los países de nuestro entorno, como Alemania, Noruega, Suecia, o Polonia, entre otros, se encuentran inmersos en planes que apuntan a potenciar, o cuando menos mantener, unos medios de Artillería antiaérea (AAA) modernos y eficaces.

Por lo que respecta a los medios de AAA con los que cuenta España, como ya se ha comentado en otras ocasiones, parte de éstos también necesita de una modernización o evolución, o incluso de su sustitución a corto o medio plazo. Evolución o sustitución que, en función de las prioridades establecidas y los recursos disponibles, permita man-

tener unos medios de Defensa Antiaérea (incluida siempre en ésta la antimisil), acordes a las necesidades nacionales o internacionales que se puedan plantear en este campo tan específico de naturaleza siempre conjunta, y casi siempre combinada.

Lo anterior, sin embargo, no significa que los materiales con los que contamos no sean funcionales y estén operativos, más bien al contrario, o que las Unidades de AAA no los estén empleando al máximo de sus capacidades actuales. En este artículo se pretende ofrecer un ejemplo de ello, tomando como referencia el sistema PATRIOT español, exponiendo de forma concisa qué representa contar con él, incluso sin disponer todavía de la versión del sistema que optimizará su empleo (configuración 3+), y necesitando todavía un tiempo, presumiblemente breve, para que el recién constituido Grupo PATRIOT alcance la capacidad operativa plena en Territorio Nacional, dada su implicación de personal y material en el despliegue



Arriba: Estructura actual de mandos de la Alianza

Centro: Estructura BMD

Abajo: Sistema defensa antimisil en Europa

en Turquía, donde se está demostrando el excelente personal con el que se emplea una capacidad recientemente potenciada, altamente eficaz, de sobresaliente operatividad y de avanzada tecnología.

### EL PATRIOT EN EL SISTEMA DE DEFENSA ANTIMISIL DE LA OTAN

Contar con el sistema PATRIOT representa, por un lado, una parte importante de la apuesta nacional para la materialización del compromiso español en la construcción de una arquitectura de defensa antimisil balístico (BMD), en el seno de la OTAN (NATO BMD). Al menos de momento, es el único sistema de armas con capacidad de interceptación (“effector”), con el que cuentan las Fuerzas Armadas. Esta capacidad, aunque centrada en la fase terminal de misiles de corto alcance, SRBM, está comprobada y certificada. Misiles de la familia PAC-2 (como los que se tienen desplegados en Turquía), ya defendieron, con éxito, extensas áreas durante las Guerras del Golfo.

Cuando se produzca la evolución del sistema a la configuración 3, evolución que se llevará a cabo en corto plazo dada la necesidad imperiosa que lo justifica, no sólo se optimizará la capacidad antimisil del sistema de armas actualmente desplegado en Turquía, sino que además se dará también un paso importante de cara a la interoperabilidad de nuestros medios con los de otras naciones aliadas que cuentan (o van a contar) con PATRIOT, aspecto también importante en el programa BMD. La práctica totalidad de los usuarios PATRIOT cuenta con los sistemas en su Configuración 3 ó 3+, con una mezcla de misiles de versiones PAC-2 y PAC-3. Disponer de una misma configuración aporta mejores oportunidades para el adiestramiento o empleo en

un ambiente conjunto-combinado, donde por ejemplo, una Central de Información y Coordinación (ICC) española pudiera tener que controlar tácticamente una Batería de otra nacionalidad, o viceversa.

Mientras esta evolución deseada se produce, se puede constatar que la AAA española se han visto reforzada con la compra de los elementos necesarios para la constitución de un Grupo PATRIOT, básicamente dos Baterías adicionales a la que ya había, y los medios de nivel Grupo necesarios para el Mando y Control (ICC, comunicaciones, etc.), que son, además, los medios óptimos (aunque no únicos) para la integración del sistema de armas en el Sistema de Defensa Aérea (SDA).

#### **LA ESTRUCTURA DE MANDO Y CONTROL DE LA ARQUITECTURA ANTIMISIL DE LA OTAN**

Llegados a este punto, es apropiado detenerse ahora en exponer brevemente cómo se articula la integración de un sistema de capacidad BMD en la estructura NATO BMD, y las diferencias más relevantes con respecto a la integración de un sistema con capacidad ABT, es decir, contra amenaza convencional (también puede ser el propio sistema PATRIOT, por ser un sistema con capacidad dual contra esas dos amenazas, BMD y ABT).

Con la actual estructura aliada de Mandos, la propia de Mando y Control (C2) aéreo se ha reducido y simplificado, quedando limitada a un Mando Aéreo (AC) en Ramstein, dos Centros de Operaciones Aéreas Combinadas (CAOC), en Uedem y Torrejón, un Centro de Mando y Control Aéreo Desplegable (DACCC) en Poggio Renatico, y los elementos de control (ARS) de las naciones. Esta estructura aliada tiene como únicas misiones permanentes la Policía Aérea (AP) y la Defensa Antimisil (BMD).

Por lo que respecta a la (todavía incipiente) arquitectura de Mando y Control de defensa antimisil, en ésta se encuentra:

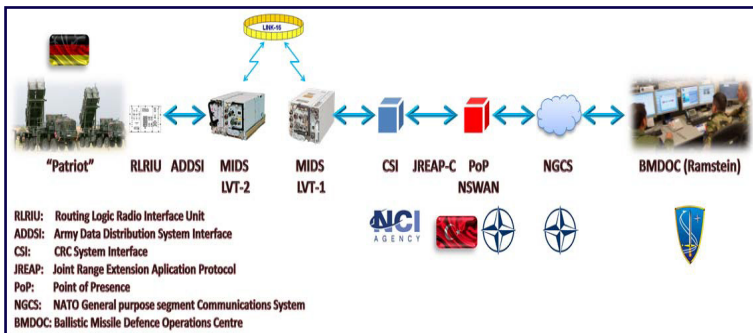
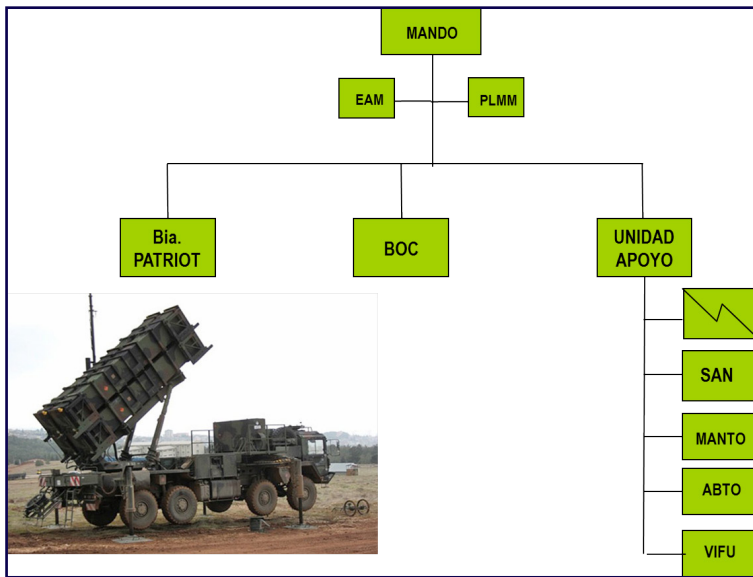
- ◇ Una Célula de Coordinación BMD (BMDCC), en el nivel estratégico (SHAPE).
- ◇ Un Centro de Operaciones BMD (BMDOC), en el nivel operacional (AC Ramstein-Alemania).
- ◇ Un elemento de C2 móvil en el CAOC de Uedem (Alemania), como capacidad de reserva o despliegue.

*...dada su implicación de personal y material en el despliegue en Turquía, donde se está demostrando el excelente personal con el que se emplea una capacidad recientemente potenciada, altamente eficaz, de sobresaliente operatividad y de avanzada tecnología.*

A través de estos elementos se realiza la integración de los sensores e interceptores, o ambos, que las diferentes naciones ponen a disposición de la Alianza.

*...Misiles de la familia PAC-2 (como los que se tienen desplegados en Turquía), ya defendieron, con éxito, extensas áreas durante las Guerras del Golfo.*

Como se puede constatar, la estructura de mando y control (C2) de la defensa antimisil se ha reducido para minimizar los tiempos de toma de decisión y respuesta ante un ataque de misil balístico. Por tanto, en lo que respecta exclusivamente al pilar “defensa activa” de aquellos de los que se compone



Arriba: Organización del contingente A-T

Centro: Correspondencia estructura Sistema de Defensa Aérea Nacional vs OTAN

Abajo: Integración PATRIOT alemán desplegado en Turquía

la BMD<sup>1</sup>, se plantea una gestión directa de los sensores e interceptores por parte del BMDOC. Esta es la principal diferencia con la estructura C2 de la defensa aérea “convencional”. De esta manera, los CAOC, AOC y ARS nacionales quedan como puntos de conexión y reserva (“back-up”) en lo que respecta a la Defensa Activa. En definitiva, como principio de actuación se continua con el conocido “mando centralizado y ejecución descentralizada”.

Es decir, para lo que compete a la batalla aérea en tiempo real, desde el BMDOC en Ramstein, se gestionan directamente las Baterías PATRIOT desplegadas en Turquía, en el marco de la Operación OTAN “Active Fence” (en la que se despliegan los diferentes contingentes españoles de la Operación Nacional “Apoyo a Turquía”, A/T).

### LA INTEGRACIÓN DE LOS MEDIOS PATRIOT ESPAÑOLES EN EL CENTRO DE OPERACIONES BMD

Una vez expuestos los medios PATRIOT con los que cuenta el Mando de Artillería Antiaérea (MAAA), y la estructura en la que éstos deben integrarse si están desarrollando una misión exclusivamente BMD (como es el caso de la misión asignada a la capacidad PATRIOT española desplegada), se puede tomar como referencia la Batería PATRIOT desplegada en la Base Aérea de Incirlik (Turquía), para exponer cómo debería ser su conexión al sistema OTAN BMD.

(1) La defensa antimisil se articula en una serie de medidas políticas y militares. Las militares, a su vez, se agrupan en cuatro pilares interrelacionados: acciones que se puedan llevar a cabo contra las capacidades del posible adversario, la defensa pasiva que incluye las medidas adoptadas para minimizar los efectos de un ataque si éste no se ha podido impedir, la defensa activa, conducente a la destrucción de los propios misiles balísticos y, finalmente, un sistema de Mando, Control, Comunicaciones e Inteligencia que guíe y dé coherencia a las acciones tomadas en el seno del resto de pilares.

Para ello, primero quizás sea necesario hacer un recordatorio rápido de los principales enlaces tácticos de datos (ADL) necesarios para la integración positiva de los medios de AAA en un Sistema de Defensa Aérea.

A día de hoy, los enlaces de datos más usados por las capacidades de AAA terrestres son los siguientes:

- ◇ Link-1 (ATDL 1). Uno de los primeros ADL, usado por sistemas como el HAWK, o también por sensores de sistemas de vigilancia aérea con los distintos ARS. No es realmente el caso español, ya que los medios HAWK se integran a través de un COAAAS-M (en la mayoría de los casos, aunque también a través de la Central de Operaciones emplazada en la Sierra del Cabrito), que usa el siguiente protocolo de datos.
- ◇ Link-11B. Éste es un protocolo más moderno (aunque tiene ya más de 30 años), siendo una evolución del Link-11A utilizado por los medios navales. Tanto el uno como el otro son enlaces punto a punto, por los que se transmite un tipo de mensajería (mensajería M) específica. En el caso del Link-11B se transmite a través de un módem a una determinada velocidad, con una longitud de palabra (bits) y tiempo de refresco que, sin entrar en detalles, permiten la integración de los medios de AAA cuando éstos tienen una misión contra amenaza ABT.
- ◇ Link-16. Este es un protocolo todavía más moderno, con mayores y mejores prestaciones, por el que, de nuevo sin entrar en detalles, permite la transmisión de una mayor cantidad y tipo de información (mensajería J), y en el que además se actualiza la información en un plazo de tiempo mucho más pequeño que en el caso de la mensajería M.

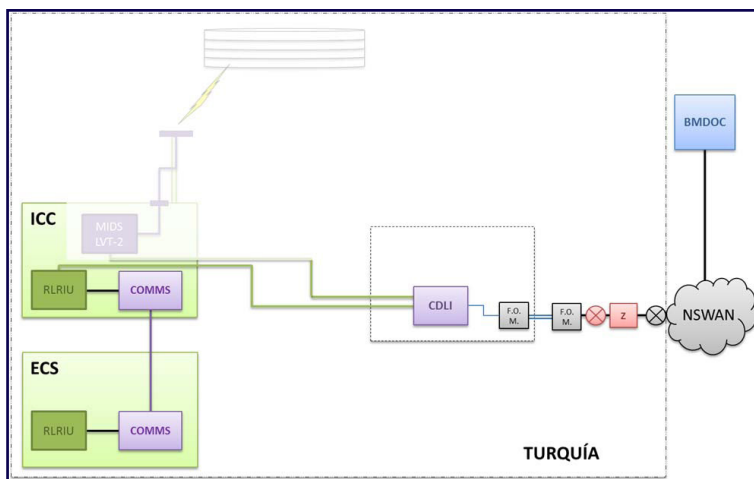
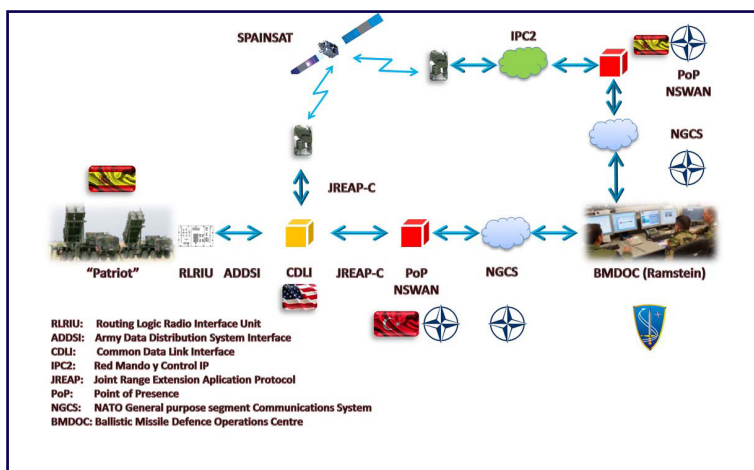
- ◇ JREAP-C. Es otra forma de intercambiar mensajería J, vía comunicaciones IP, y que permite soslayar alguna limitación técnica del Link-16 (necesidad de visión directa entre usuarios de la red, por ejemplo).

*...se dará también un paso importante de cara a la interoperabilidad de nuestros medios con los de otras naciones aliadas que cuentan (o van a contar) con PATRIOT...*

Pues bien, la información que es necesaria transmitir en el caso de defensa BMD activa, necesita del uso de la mensajería J. Entre otros aspectos, esta necesidad está justificada porque con la mensajería M no es posible transmitir, ni refrescar suficientemente rápido, los datos de una traza con parámetros de altura, velocidad, etc., como los que son propios de un misil balístico, especialmente en la fase terminal de la trayectoria. ¿Cómo se intercambia entonces la información entre el sistema PATRIOT en Turquía y el BMDOC en Alemania?

*...desde el BMDOC en Ramstein, se gestionan directamente las Baterías PATRIOT desplegadas en Turquía, en el marco de la Operación OTAN “Active Fence”...*

La OTAN pone a disposición de los países que participan en la Operación “Active Fence” una serie de servicios e infraestructura CIS que se materializan en un punto de presencia (PoP), donde se encuentran diversos equipos de comunicaciones gestionados por personal OTAN.



Arriba: Integración PATRIOT sustituyendo terminales MIDS por el US CDLI

Centro: Diagrama de conexión ICC-BMDOC utilizando CDLI

Abajo: Lanzador PATRIOT español desplegado en Turquía

De cara a la conexión de la ICC PATRIOT con el BMDOC, lo que proporciona la OTAN es un interfaz IP, por el cual se habilita el intercambio de la mensajería táctica de la serie J mediante el protocolo JREAP-C. En este caso haciendo uso de lo que se denomina la NSWAN (Red de área extensa "NATO SECRET").

Para que la ICC española pueda hacer llegar al punto de presencia la información necesaria (mensajería J), en el formato adecuado (protocolo JREAP-C), hace falta que aquella cuente con un equipo de comunicación adecuado, del que actualmente no se dispone, pero que se espera que sí dispondrá de él en breve, dada la necesidad crítica que representa de cara a optimizar la integración de la ICC con el BMDOC.

Este equipo de comunicación tiene que ser capaz de "entenderse" con la propia ICC para poder extraer de ella los mensajes J. Con ánimo de no complicar más el asunto tratado, con acrónimos y especificaciones técnicas a veces muy complicadas de entender, y a costa de simplificar en exceso, el equipo de comunicación necesario ha sido elegido entre las siguientes opciones<sup>2</sup>:

- ◇ Adquirir un equipo MIDS LVT-2, un equipo radio, como el que tienen las Fuerzas Aéreas alemanas (en España, las Fuerzas Armadas disponen de equipos MIDS LVT-1).
- ◇ Adquirir la solución norteamericana, un equipo denominado "Common Data Link Interface" (CDLI).
- ◇ Utilizar las capacidades del LINPRO (equipo multilink desarro-

(2) El detalle de las posibilidades, opciones y necesidades relativas a la conectividad de la ICC española con el BMDOC fueron establecidas, en gran medida, en el exhaustivo informe realizado al respecto por el Cap. CIPET D. Juan Romero Porroche, destinado en la Jefatura de Ingeniería del MALE (JIMALE), tras una visita, en marzo del 2015, al despliegue alemán en Turquía, acompañado por dos oficiales del CGMAAA.

llado por la empresa TecnoBit, y de dotación del MAAA en Territorio Nacional), con las modificaciones de fabricación que tuvieran que ser necesarias.

Como cabe esperar, cada una de estas opciones tenía sus propios condicionantes y ventajas, básicamente en relación a si eran una solución factible y probada o no, los tiempos de adquisición necesarios, los costes de dichas adquisiciones, etc. La decisión adoptada finalmente fue la de la adquisición, por cesión o compra, del CDLI norteamericano, el cual, como se ha expuesto, y tras un largo y complicado proceso de adquisición, se espera disponer en breve, probablemente a finales del verano de 2016.

Mientras se consigue la conectividad óptima y total, y ya desde el inicio de la misión, se está empleando la capacidad PATRIOT desplegada eficazmente, manteniendo, de forma permanente, 24 horas al día y los siete días de la semana, tanto comunicación por voz entre el puesto de mando (BOC) de la unidad PATRIOT desplegada y el BMDOC, como alerta de posibles lanzamientos de misil gracias al sistema SEW + ("Shared Early Warning"). Por resumirlo en un par de líneas, este sistema obtiene información de diversos sensores (terrestres, navales y espaciales) con los que, principalmente, la Agencia Norteamericana de Defensa Antimisil ("Misil Defence Agency", MDA), proporciona información al sistema NATO BMD, prediciendo los posibles puntos de impacto gracias a las bases de datos que emplea para ello. Por lo que respecta a los medios PATRIOT desplegados, dicho sistema se materializa en los terminales de los que se dispone, tanto en el BOC como en la Central de Control de Empeños (ECS) de la Batería. En estos terminales se refleja información de un cierto número de trazas, y entre ellas, aquéllas que pudieran tener que ser objeto de empeño de la Batería, las cuales de-

berán ser entonces adquiridas por el radar del sistema PATRIOT con el que se cuenta (elemento crítico para el empleo de la Batería), y combatir-las convenientemente.

Como ya se ha comentado, esta es la forma práctica y eficaz en la que se está operando actualmente, en tanto en cuanto se consigue la plena conectividad entre la ICC y el BMDOC, la forma óptima de emplear la capacidad desplegada.

*...se está empleando la capacidad PATRIOT desplegada eficazmente, manteniendo, de forma permanente, 24 horas al día y los siete días de la semana, tanto comunicación por voz entre el puesto de mando (BOC) de la unidad PATRIOT desplegada y el BMDOC, como alerta de posibles lanzamientos de misil...*

### CONCLUSIÓN

La reciente adquisición de mayores capacidades, de la anteriormente disponible del sistema PATRIOT, representa un avance muy significativo en las capacidades antiaéreas y antimisil en el seno de la AAA española. El esfuerzo que se está realizando, desde múltiples Unidades, Centros y Organismos, para conseguir formar

*...La decisión adoptada finalmente fue la de la adquisición, por cesión o compra, del CDLI norteamericano...*

adecuadamente al personal operador y de los diferentes escalones de mantenimiento, para conseguir una adecuada realización de cometidos logísticos, tanto de abastecimiento como de mantenimiento, para constituir orgánicamente y alcanzar el nivel operativo adecuado del Grupo

PATRIOT, y para conseguir su integración plena y óptima en el Sistema de Defensa Aérea nacional y aliado, es ingente, exigente, innovador y costoso. Su despliegue y empleo en Turquía está dando clara muestra de la excelente preparación del personal conseguida, y de la eficaz operatividad del material. Este despliegue está significando un trascendental impulso de ese exigente esfuerzo por constituir y emplear eficazmente la capacidad PATRIOT disponible. Dado el hito que está significando, y el gran beneficio que supone para la AAA española su empleo específico en Operaciones, continuar con este despliegue más allá de finales del 2016 es aconsejable y necesario.

La consecución de una capacidad de defensa antimisil plena es uno de los proyectos de mayor relevancia actualmente en la OTAN, y para ello se están llevando a cabo las acciones necesarias. Éstas dis-

curren en el ámbito político (aunar voluntades, financiación, despliegues de armas y sensores, acciones de respuesta a crisis preplaneadas), y, con las directrices de ese ámbito, también se llevan a cabo en el ámbito militar, principalmente mediante la definición del concepto de defensa antimisil, el avance en la construcción de la arquitectura en sus diferentes pilares, el empleo conjunto-combinado de distintos sistemas, el despliegue en diferentes países de diferentes capacidades perfectamente integradas en un sistema eficaz, etc.

En la parte que afecta a la AAA española, ha implicado el poder participar, junto a un grupo reducido de países de nuestro entorno, de manera efectiva, en la defensa activa de una determinada zona o área que se encuentre bajo clara amenaza de ser objeto del ataque de misiles balísticos.

---

**El Teniente Coronel D. Juan José González Laá pertenece a la 281 promoción del Arma de Artillería, es Diplomado de Estado Mayor, y en la actualidad es el Jefe de Estado Mayor del Mando de Artillería Antiaérea.**

**El Comandante D. Francisco Javier Romera Barroso pertenece a la 288 promoción del Arma de Artillería, es Diplomado de Estado Mayor, y en la actualidad es el Jefe de la Sección de Planes del Cuartel General del Mando de Artillería Antiaérea.**

---



## Fondos inéditos de Daoíz y Velarde en el Alcázar de Segovia

por D. Emilio Montero Herrero, coronel de Artillería

La Artillería siempre ha sido muy generosa en proporcionar personajes que por sus gestas extraordinarias en defensa de la patria y nuestros valores, enriquecen el espíritu y reciben culto popular. Entre estos protagonistas dignos de elogio, se encuentran nuestros héroes nacionales D. Luis Daoíz y Torres (1767-1808) y D. Pedro Velarde y Santillán (1779-1808). Su heroísmo, junto a los defensores del Parque de Montealeón, el 2 de mayo de 1808, constituye uno de los pasajes más admirados de nuestra Historia.

### LOS SUCESOS DEL 2 DE MAYO

Todo se inició ese día, a primeras horas de la mañana, en Madrid. La multitud comenzó a concentrarse en el Palacio Real, y al comprobar cómo los soldados franceses sacaban del mismo al infante Francisco de Paula, intentaron asaltar el recinto. El General francés Murat mandó rápidamente tropas imperiales al palacio, que dispararon

**Este artículo nos narra cómo se descubrieron unos restos textiles en las urnas funerarias de nuestros héroes Daoíz y Velarde, detalla la investigación realizada para verificar su autenticidad, así como los procesos llevados a cabo sobre los mismos para su restauración y conservación.**

contra la multitud. El pueblo indignado comenzó una revuelta con el sentimiento de vengar a los muertos y deshacerse de los franceses, dirigiéndose al Parque de Montealeón en busca de armas.

En el parque se encontraban los capitanes Daoíz y Velarde, y una pequeña guarnición. También se hallaba un destacamento francés para garantizar la seguridad del parque.



2 de Mayo de 1808. Parque de Monteleón, Madrid.

Visto el alcance que tomaban los acontecimientos en las calles, con los franceses a tiros con los españoles, Daoíz y Velarde se unieron a la insurrección y la lideraron. Tras reducir al destacamento francés, abrieron las puertas del parque, penetrando en masa el pueblo, al que distribuyeron fusiles, sables, piedras de chispa y cartuchos.

*... Daoíz cayó mortalmente herido por los bayonetazos que le propinaron los granaderos de escolta del general Lefranc, siendo trasladado a su casa por un grupo de compañeros, donde fallecería a las pocas horas.*

Tomadas las disposiciones necesarias para establecer la defensa del establecimiento, se iniciaron los enfrentamientos armados, mientras los vecinos de Madrid se batían heroicamente en las calles.

Frente a unas fuerzas tremendamente superiores, el combate fue épico, y el comportamiento de los defensores heroico hasta el extremo. Después de varias horas de

feroz lucha, la Historia nos muestra que Daoíz cayó mortalmente herido por los bayonetazos que le propinaron los granaderos de escolta del general Lefranc, siendo trasladado a su casa por un grupo de compañeros, donde fallecería a las pocas horas.

Su cuerpo, todavía cubierto con el uniforme con el que había muerto, fue conducido clandestinamente durante la noche a la desaparecida Iglesia de San Martín, situada en la Plaza de las Descalzas.

Su compañero, Pedro Velarde, había fallecido en el acto de un disparo en el corazón, dejando los franceses desnudo su cuerpo y abandonado en la calle, junto a otros caídos, en las inmediaciones del parque, hoy plaza del 2 de Mayo.

Tras la lucha, los madrileños recogieron su cadáver, aprovechando la noche, y bajo la amenaza del toque de queda implantado por las autoridades de la capital. Recorrieron el kilómetro largo que separaba el parque hasta la iglesia de San Martín con el cuerpo del artillero envuelto en un trozo de tienda de campaña del propio cuartel, para que se encontrara con el de su compañero Daoíz.

La tradición recoge que allí un desconocido donó un hábito franciscano, con el que se amortajó a Velarde.

Esa misma noche los dos héroes fueron enterrados. Daoíz en una capilla de la misma iglesia, mientras el cuerpo Velarde fue arrojado a una fosa común en el lugar llamado el Jardinillo. El sepulturero, de quien gracias a numerosos testimonios y documentos se conoce su nombre, afirmó haberlo colocado encima de una pila de cadáveres con la finalidad de poder reconocerlo e identificarlo posteriormente.

Tres años después, en 1811, ese sepulturero fue requerido para llevar a cabo la exhumación de los dos cadáveres. Los cuerpos de Daoíz y Velarde fueron entonces trasladados a una cripta de esa misma iglesia hasta el final de la Guerra de la Independencia.

### **LAS URNAS FUNERARIAS DE DAOÍZ Y VELARDE**

Con motivo del derribo de la parroquia de San Martín, el 30 de abril de 1814 los cadáveres fueron exhumados con todos los honores y se condujeron al Real Museo Militar de Artillería, sito entonces en la casa de Montealeón.

Allí se separaron los restos óseos de los héroes de las prendas mortuorias que quedaban, colocándolos en dos urnas de plomo, reservándose el Cuerpo de Artillería los restos del uniforme y venda de Daoíz y el hábito de San Francisco de Velarde.

Las urnas con los cadáveres fueron colocadas dentro de otras de madera guarnecidas de terciopelo negro con adornos e inscripciones doradas, conduciéndolas en un carro triunfal el 2 de mayo de aquel año, con toda pompa y solemnidad, a la capilla de Nuestra Señora de la Soledad de la Victoria en la iglesia Colegiata de San Isidro el Real.

Las prendas mortuorias fueron introducidas en un cajón de madera, quedando depositadas en el Real Museo Militar de Artillería. Parece ser que antes de ser cerrado, el británico Downie, que con Wellington había combatido en la Guerra de la Independencia, arrancó dos botones de la casaca para quedárselos de recuerdo.

En 1823, cuando los Cien Mil Hijos de San Luis invaden España para restaurar el absolutismo, los



Monumento funerario trasladado al Alcázar Segovia



Urna de Daoíz

cuerpos de Daoíz y Velarde se trasladaron a Cádiz ante el temor de que fueran ultrajados por las tropas galas del duque de Angulema, regresando al año siguiente a San Isidro el Real.

Finalmente, el primero de mayo de 1840, los restos de los dos capitanes fueron trasladados a su descanso definitivo al Sarcófago junto al Monumento al 2 de mayo, que en su honor se erigió ese mismo año en el Paseo del Prado de Madrid y que tomaría el nombre de Campo de la Lealtad.



Interior urna de Daoíz

Cuando el Museo de Artillería ya había pasado al Palacio de Buenavista, el 8 de marzo de 1838, los referidos restos del uniforme y venda de Daoíz y el hábito franciscano de Velarde se colocaron en dos urnas de cristal para que estuvieran expuestas al público.

*Cuando el Museo de Artillería ya había pasado al Palacio de Buenavista, el 8 de marzo de 1838, los referidos restos del uniforme y venda de Daoíz y el hábito franciscano de Velarde se colocaron en dos urnas de cristal para que estuvieran expuestas al público.*

Al estar mal ajustadas, penetraba polvo y aire en las mismas, lo que perjudicaba sensiblemente su conservación. Por ello, el Director General de Artillería, Francisco Javier de Azpiroz, Conde de Alpuente, por orden de 17 de febrero de 1851, determinó que a fin de evitar la destrucción de aquellos venerados restos, se custodiasen en unas urnas de cedro sobre las cuales se leyese el nombre de los héroes en letras de bronce, con todas las precauciones debidas a su conservación, cerrándolas lo más

herméticamente posible. Estableció, además, que en ninguna ocasión se pudiesen abrir sin una orden por escrito del Jefe Superior de Artillería.

## EL DESCUBRIMIENTO

Bastantes años después, en 2009, con motivo del traslado del Museo del Ejército a Toledo, fue enviado al Patronato del Alcázar de Segovia un monumento funerario que había estado expuesto en una de sus salas, formado por los féretros y las urnas de los restos textiles de los capitanes Daoíz y Velarde y la urna de traslado de los restos del teniente Ruíz Mendoza, héroe también en el Parque de Monteleón.

Ya en 2014, con motivo del 250 Aniversario de la Creación del Real Colegio de Artillería, el Archivo General Militar de Segovia, del que yo era su director en esos momentos, organizó en el Alcázar segoviano la exposición conmemorativa: El Alcázar de Segovia, cuna de héroes. Con tal motivo, como comisario de la muestra, estudié la posibilidad de que las urnas de Daoíz y Velarde fueran expuestas en la misma, con la licencia del General Presidente del Patronato del Alcázar e Inspector de Artillería, Alfredo Sanz y Calabria.

Para ello, procedí a desembalar los enormes cajones que contenían las piezas del monumento funerario.

Ciertamente, después de 163 años, nadie era ya muy consciente de lo que quedaría de esos restos en las urnas, por lo que fue muy emocionante y sorprendente comprobar que todavía contenían algo reconocible. En principio parecían unos restos textiles de difícil identificación. Pero, poco a poco, al ver las bombetas en la casaca de la urna de Daoíz y una tela con un cordel de esparto en la de Velarde, me fui dando cuenta de la importancia del

hallazgo, que comuniqué inmediatamente a los responsables de las mismas. En las urnas se encontraban depositados parte del uniforme de Daoíz y su cinta mortuoria, y la mortaja de Velarde consistente en unos trozos de tela de color pardo, otros de color claro y un cordel de esparto. En ambas urnas se encontraban unos manojos de vetiver de indias, una planta gramínea con propiedades antipolilla.

### EL PROCESO DE CONSERVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y RESTAURACIÓN. RESULTADOS

A partir de ese momento, el General Director del Museo del Ejército, Juan Valentín-Gamazo de Cárdenas, gestionó la creación de un equipo multidisciplinar de expertos para la puesta en valor de tan significativas piezas, dando comienzo un complejo y laborioso proceso de conservación, investigación y restauración, al que han contribuido expertos de la Universidad de Granada y de la Complutense de Madrid, el historiador especializado en Uniformología, Luís Sorando, del Museo del Traje, y el equipo de restauración que dirige Mercedes Amézaga, un proceso en el que se han invertido 16.000 euros financiados por el Banco de Santander.

Lo primero que hicieron los técnicos fue asegurar la autenticidad de las piezas encontradas. Así, expertos en ADN de la Universidad de Granada llevaron a cabo un análisis con las técnicas más modernas. Por su parte, la Escuela de Medicina Legal de la Universidad Complutense desarrolló un análisis forense con la misma finalidad. Simultáneamente, el historiador de Uniformología Luis Sorando estudió el uniforme para ver si correspondía a la tipología, mientras que expertos del Museo del Traje se centraron en el sudario de Velarde.



Interior urna de Velarde



Detalle bombeta faldones casaca Daoíz

La casaca de Daoíz estaba roída por las ratas y en proceso de descomposición, sin embargo hubo un factor de gran ayuda a la hora de determinar que correspondía efectivamente a Daoíz, al estar la pieza inundada de sangre, procediéndose a limpiarla e hidratarla con agua fría para tratar de documentar las últimas horas del capitán. Y es que se sabía que murió a manos de las tropas francesas a golpe de bayoneta, pero se desconocía qué heridas provocaron su muerte.



Restos casaca de Daoíz

Según recuerda Mercedes Améza-ga, fue una pieza muy complicada de intervenir, no solo por su carga histórica, sino porque el personaje murió con ella puesta. Se tuvo que parar en muchos momentos para que entrasen los estudios de ADN, la dirección técnica del museo y los historiadores, con el fin de no borrar ninguna huella de la historia.

*Ciertamente, después de 163 años, nadie era ya muy consciente de lo que quedaría de esos restos en las urnas, por lo que fue muy emocionante y sorprendente comprobar que todavía contenían algo reconocible...*

Durante el proceso de restauración e ir recuperando su forma y textura, la guerrera reveló los puntos exactos donde penetraron las bayonetas francesas, hasta desvelar final-

mente tres pinchazos mortales: dos a la altura del corazón y otro más en el espacio intercostal derecho.

El resultado final de la investigación desecha la versión histórica sobre el lance final que costó la vida al artillero, que relata que los granaderos franceses atravesaron con sus bayonetas a Daoíz por la espalda, quedando demostrado que fue por el pecho.

Además, gracias al abundante sangrado en vertical que presenta la casaca, los investigadores han determinado que Daoíz continuó combatiendo de pie durante un prolongado espacio de tiempo hasta que cayó sin conocimiento al suelo, posiblemente como consecuencia del desangramiento, lo que muestra que tuvo que pasar unas últimas horas terribles.

Luis Miguel Muñoz, quien participó en la recuperación del uniforme de Daoíz, como especialista en metales, desveló que los 40 botones de la guerrera eran lisos, una petición ex profeso de Daoíz cuando mandó confeccionar su guerrera, puesto que los botones y elementos metálicos de las guerreras de artillería de la época solían estar grabados en relieve.

La falta de algunos botones corrobora la versión conocida. Sin embargo, no solo Downie sustrajo partes del traje, ya que las bombas del cuello están recortadas a tijera, y tan solo se conservan dos bombetas en los faldones de la casaca, lo que refleja la costumbre de conservar algún recuerdo de alguien admirado que fallece.

De esta forma, los expertos han concluido que la casaca pertenece, con toda seguridad, a Luis Daoíz, en concreto al uniforme que llevaba el Dos de Mayo y con el que fue enterrado. Sustentado, además, en numerosos documentos que señalan que no

existió ninguna posibilidad de que fuera sustituida o manipulada desde el entierro hasta nuestros días.

Por otra parte, Luis Sorando, uno de los mayores expertos en uniformología militar de nuestro país, ha destacado que la casaca de Daoíz es una pieza excepcional, al ser el único ejemplar de oficial de artillería que existe de esa época, del que sólo se tenían referencias gráficas o en los reglamentos militares. Su tipología corresponde al uniforme de un oficial de Artillería, según el reglamento de 1805.

Respecto al sudario de Velarde, el resultado ha sido mucho más complicado y contradictorio. Al analizar lo que se describe en documentos como «restos de un hábito de San Francisco», los investigadores han descubierto que el sudario corresponde a unos calzones que solía utilizar el pueblo llano a comienzos del siglo XIX.

La investigación ha confirmado que la cadena de custodia de las urnas no se ha perdido, pues se conoce con exactitud que desde 1814 hasta 2013 los restos permanecieron junto a los de Daoíz.

Por ello, se han abierto varias hipótesis. Una es que el calzón fue un recurso fácil en aquella noche tan complicada, que devolvió al artillero la dignidad que los franceses habían querido arrebatarse, y se contó lo del hábito franciscano para dignificar el enterramiento. Otra posibilidad es que, a pesar de los esfuerzos de su enterrador, hubiera un error de identificación durante la primera exhumación de Velarde, sepultado con otros patriotas caídos ese día, y motivado por la descomposición de los cuerpos. De lo que no hay dudas es de que los restos y las ropas inhumadas en 1814, sean del capitán o no, son de un héroe.



Restos sudario de Velarde



Orificios bayonetas casaca de Daoíz

En este sentido debemos recordar, también, a su vez, que todos esos actos se llevaron a cabo de forma clandestina y están perfectamente documentados, pues muchos testigos presentes durante las acciones narraron años después y bajo juramento lo que habían presenciado.



Pantalón uniforme de Daoíz. Museo del Ejército



Restauración casaca de Daoíz



Casaca de Daoiz expuesta en el Museo del Ejército

En cuanto a los trozos de tela de color pardo, el estudio determina claramente que se trata de una pernera de unos pantalones para llevar bota alta hechos por un sastre, con forro interior, costuras bien hechas y triple botonadura para la cintura con ojales. Se aprecia un botón cerrado forrado en la misma tela que el pantalón. El color azul se adivina en diferentes partes, apreciándose restos de sangre.

La opinión de los expertos es que pudiera tratarse del calzón que completa el uniforme con el que murió Daoíz el 2 de mayo de 1808, y que contradice lo que muestran las pinturas históricas relativas a la defensa del Parque de Artillería de Monteleón, donde Daoíz aparece con pantalón blanco, por la circunstancia de encontrarse de servicio en aquella histórica jornada.

Por otra parte, dado el estado en que se encuentra el pantalón, no ha sido posible señalar un orificio que dictaminara la herida de metralla que recibió Daoíz en uno de sus muslos, cuando los cañones franceses dispararon sobre la puerta principal de Monteleón.

Estas valiosas piezas, ya restauradas, las ha incorporado el Museo del Ejército a su colección permanente. Constituyen un testimonio más de la historia de España y de su milicia en la sala Liberales y Absolutistas del Alcázar de Toledo, donde pueden verse.

### DAOÍZ, VELARDE Y SEGOVIA

Nuestra ciudad, con este hallazgo, del que he sido protagonista inesperado, estrecha aún más sus lazos con estos dos héroes nacionales: se formaron en el Real Colegio de Artillería de Segovia; su memoria está presente todos los años el 2 de mayo frente al hermoso monumento que en su memoria se erigió en la Plazue-





Retrato de Luis Daoíz y Torres. ACART

Retrato de Pedro Velarde y Santillán. ACART

la del Alcázar, obra del escultor segoviano Aniceto Marinas; algunos de sus restos reposan en una pequeña urna cubierta por una lápida en la que puede leerse: HIC OSSA SUNT, MMXII, situada junto al monumento de Marinas, asimismo, sus hojas de servicios están custodiadas por el Archivo General Militar de Segovia, en el mismo alcázar en que se formaron.

En el aspecto personal, debo reseñar que a lo largo de estos años he tenido el privilegio, como segoviano y artillero, de estar muy vinculado con estos dos personajes tan emblemáticos de nuestra historia. Fui el coordinador general de la Conmemoración del Bicentenario de la Guerra

de Independencia en Segovia, en la que ellos fueron protagonistas destacados; tuve la distinción de escribir la biografía de Velarde para el Diccionario Biográfico Español de la Real Academia de la Historia; también de incluirlos en la exposición El Alcázar de Segovia, cuna de héroes, como comisario de la misma; custodio de sus hojas de servicios como Director del Archivo General Militar; y ahora al haber redescubierto el contenido de sus urnas funerarias, impulsando con ello su restauración y conservación con la tecnología del siglo XXI. Conservación, que era, sin duda, el mensaje que nos transmitían nuestros antepasados al introducir los restos en las urnas.

---

**El coronel D. Emilio Montero Herrero pertenece a la 264 promoción del Arma de Artillería, y en la actualidad se encuentra en la situación de Reserva.**

---

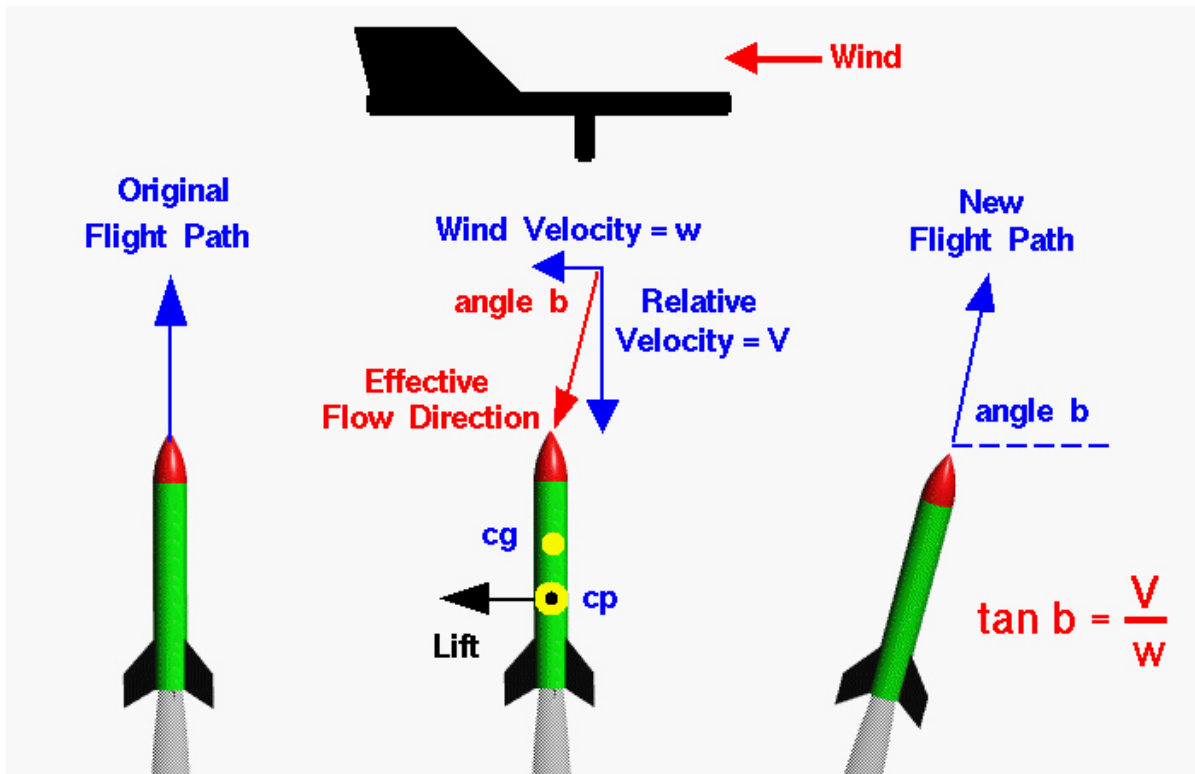
## ¿Sabías que...?

# El viento a ras de suelo y el tiro de cohetes

por **D. Luis Miguel Torres Sanz, teniente coronel de artillería**

Cuando llegué al entonces RALCA 62 de Astorga tras obtener mi primer empleo como teniente, sabía poco sobre las características del material con el que iba a trabajar varios años, el Lanzacohetes Teruel, hoy ya desgraciadamente fuera de servicio. Aunque había estudiado el material en la Academia de Segovia, sabía bastante poco tanto de la táctica de las unidades cohete como de las peculiaridades de su tiro. Una cosa que me llamó mucho la atención al comenzar a estudiar en profundidad los cohetes es lo que hoy voy a desarrollar, el llamado “efecto veleta”, provocado por el viento a ras de suelo en el tiro con cohetes. Aunque de momento no tenemos cohetes en nuestro Ejército -esperemos que se adquiera pronto algún sistema lanzacohetes-, eso no quita para que no sepamos sus características especiales y a usarlos correctamente, y eso es lo que veremos en este Sabías qué, un poco de cultura general artillera que posiblemente muchos no conozcan.

Todos sabemos que los proyectiles convencionales de artillería, al igual que las balas disparadas por las armas portátiles, se estabilizan por la rotación que les imprime el ánima del cañón con el que son disparados, pero a diferencia de estos, los cohetes consiguen su estabilidad en vuelo por unas aletas que llevan en cola. Podríamos asimilar un cohete a una veleta, que con su forma de flecha hace que el viento empuje su cola y se enfrente al viento. Y la comparación es porque esto mismo les ocurre a los cohetes. El viento en superficie (“Surface wind” en inglés), o viento a ras de suelo, empuja su cola especialmente en su “fase caliente” (cuando el cohete es empujado por su motor), y por tanto el cohete pivota por su centro de presiones y se dirige precisamente hacia donde sopla el viento. Al contrario, un proyectil convencional será siempre “empujado” por el viento, nunca se dirigirá hacia él como hacen los cohetes. Cuando el motor cohete deja de actuar porque ya se ha quemado todo su combustible, un cohete se comporta prácticamente igual que un proyectil convencional, y su trayectoria en ese momento se convierte en una trayectoria balística normal. Para mejor entendimiento veamos la figura, en la que aparece una veleta que nos indica la dirección del viento. Si para simplificar suponemos la dirección de vuelo del cohete hacia el norte, y un viento que sopla de este a oeste (nos lo indica la veleta), el cohete pivotará un poco hacia esa dirección, hacia el mismo este de donde sopla el viento. Si tuviéramos un proyectil convencional con el mismo viento, dicho proyectil sería empujado por el viento y su trayectoria se vería desplazada en sentido contrario, es decir, hacia el oeste. Este efecto se ve incrementado por un lado, por la “variabilidad” del viento a ras de suelo, que dependiendo de las condiciones meteorológicas puede cambiar mucho tanto en dirección como en intensidad en las capas próximas a la superficie, y por otro porque el cohete, al ser propulsado por un motor, en el momento de ser disparado parte con muy poca velocidad, y por tanto es más afectado por ese viento que un proyectil convencional que parte del cañón que lo lanza con mucha mayor velocidad. Para que nos hagamos una idea, y sólo a modo orientativo aproximado, un proyectil convencional tiene una velocidad inicial entre 700 y 1000 m/s, cuando un cohete varía entre 50



Efecto veleta

y 300 m/s. Por lo anterior, los cohetes rompen la barrera del sonido en vuelo, mientras que los cañones lo hacen en el ánima del cañón. Como dice nuestro himno, al disparar un cañón se oye un estampido, mientras que al disparar un cohete se oye un silbido (momento del lanzamiento), seguido por el estampido del cohete en vuelo cuando este rompe la barrera del sonido.

Debido a esta diferencia entre las velocidades iniciales y el efecto del viento a ras de suelo, los rectángulos de dispersión que producen los proyectiles convencionales disparados por cañones, son generalmente más pequeños que los que se producen con cohetes, pero esto no quiere decir que los cohetes sean más imprecisos que los proyectiles cañón, sino que simplemente tienen mayor dispersión, lo que en ocasiones puede ser incluso deseable, y de ahí el dicho general sobre que “Los lanzacohetes baten zonas mientras que los cañones baten puntos”. Ambos tendrán aplicaciones tácticas distintas, pero ojo, si una batería de cohetes está bien apuntada, se determina en tiempo real el viento a ras de suelo y se corrige la puntería con el mismo, y se dispara una descarga de cohetes, el centro del rectángulo de dispersión será igual de preciso que el calculado para una descarga de proyectiles convencionales disparados por cañones, pero la dispersión de aquellos será mayor. Y precisamente lo será por el viento a ras de suelo y su “efecto veleta”.

# Nueva **App**

## Revistas de Defensa

Nuestro fondo editorial ahora en formato electrónico para dispositivos Apple y Android



La aplicación, **REVISTAS DEFENSA**, es una herramienta pensada para proporcionar un fácil acceso a la información de las publicaciones periódicas editadas por el Ministerio de Defensa, de una manera dinámica y amena. Los contenidos se pueden visualizar "on line" o en PDF, así mismo se pueden descargar los distintos números: Todo ello de una forma ágil, sencilla e intuitiva.

La app **REVISTAS DEFENSA** es gratuita y ya está disponible en las tiendas Google Play y en App Store.



# Nueva **WEB**

## Catálogo de Publicaciones de Defensa

Nuestro Catálogo de Publicaciones de Defensa, ahora a su disposición con más de mil títulos

<http://publicaciones.defensa.gob.es/>

La nueva página web del **Catálogo de Publicaciones de Defensa** pone a disposición de los usuarios la información acerca del amplio catálogo que compone el fondo editorial del Ministerio de Defensa. Publicaciones en diversos formatos y soportes, y difusión de toda la información y actividad que se genera en el Departamento.

### LIBROS

Incluye un fondo editorial de libros con más de mil títulos, agrupados en varias colecciones, que abarcan la gran variedad de materias: disciplinas científicas, técnicas, históricas o aquellas referidas al patrimonio mueble e inmueble custodiado por el Ministerio de Defensa.

### REVISTAS

El Ministerio de Defensa edita una serie de publicaciones periódicas. Se dirigen tanto al conjunto de la sociedad, como a los propios integrantes de las Fuerzas Armadas. Asimismo se publican otro grupo de revistas con una larga trayectoria y calidad: como la historia, el derecho o la medicina.

### CARTOGRAFÍA Y LÁMINAS

Una gran variedad de productos de información geográfica en papel y nuevos soportes informáticos, que están también a disposición de todo aquel que desee adquirirlos. Así mismo existe un atractivo fondo compuesto por más de trescientas reproducciones de láminas y de cartografía histórica.

# Qvadernum Historiae XIII

## Apuntes sobre la historia de la Artillería (V)

### Del empirismo a la ciencia: los primeros tratadistas y las escuelas españolas de artillería

por D. Carlos J. Medina Ávila, coronel de Artillería

Como hemos visto en los anteriores artículos, la práctica de la artillería se fue convirtiendo poco a poco en una ciencia cuyos progresos eran continuos. Terminada la Reconquista, en las dos centurias siguientes los primitivos conceptos artilleros se irían transformando en una ciencia real. Además de las cuestiones tácticas y de las relativas a la fundición de materiales y la fabricación de las pólvoras, se plantearía como cuestión fundamental el problema de la puntería de las piezas y de la precisión en el tiro, dando origen a un área físico-matemática específicamente artillera, la balística.

Tal como expresó Diego Felipe de Albornoz “[...] no es la pieza de artillería la que hace el daño, que puede dar el golpe en vago; la sciencia de quien nibela es quien asegura el tiro”<sup>1</sup>.

La creación de una verdadera doctrina fundamentada en principios rigurosamente científicos fue una de las preocupaciones esenciales de los artilleros para dar réplica a las nuevas interrogantes que iban surgiendo, tales como la predictibilidad de combustión de la pólvora. Es decir, cómo y cuándo se producía la ignición, que



Portada de la obra de Niccoló Tartaglia “Quesiti e inventioni diverse” (1546)

dependía en parte de la velocidad con la que llegaba el oxígeno a la recámara, y que repercutía en la seguridad en el servicio en fuego. No ha de olvidarse que el procedimiento para el manejo de la pieza requería de dos artilleros, el que daba fuego y el que efectuaba la puntería, que debía agacharse inmediatamente “encomendando su alma al Santísimo”.

#### EL PROBLEMA DEL ESTUDIO DE LA TRAYECTORIA

Precisamente, el problema de la puntería estará íntimamente ligado a otra de las grandes preguntas que se planteaba: hallar un pronto resultado a la incógnita de de-

(1) ALBORNOZ, Diego Felipe de: Cartilla política y christiana. Imp. Melchor Sánchez Madrid, 1666, folio 76 verso.

terminar la trayectoria de un proyectil. Con ello se podrían responder a dos de las cuestiones básicas de los artilleros: cuánto ha de levantarse el tubo de la pieza sobre el horizonte para que el proyectil disparado haga blanco sobre un objetivo situado a una distancia determinada, y con qué inclinación habría de efectuarse el disparo para que su alcance sea máximo. Tanto los artilleros como los ingenieros militares eran plenamente conscientes del poder que alcanzaría un ejército que lograra hacerse con estas soluciones. De esta forma, el conocimiento real de las trayectorias sería una de las claves de los fundamentos del tiro, y los más prestigiosos investigadores de la época habrían de volcar sus esfuerzos en su estudio.

Desde la aparición de las primeras bocas de fuego, y a lo largo de casi doscientos años, el procedimiento de puntería –por ensayo y error–, consistía en disparar un proyectil e ir modificando la posición del tubo para alcanzar el objetivo, y limitándose en la mayoría de las ocasiones a realizar fuego con un ángulo sensiblemente próximo a la horizontal. Los avances que se fueron obteniendo relacionados con el control de la potencia del disparo –una mayor fiabilidad en la interrelación entre el peso del proyectil, la cantidad de pólvora a utilizar en la carga de combustión, y el adecuado ángulo de elevación del tubo, entre otros– y el lugar del impacto, provocaron que el estudio de las trayectorias adquiriese un mayor sentido.

El interés por el movimiento de un proyectil, no

*... el procedimiento para el manejo de la pieza requería de dos artilleros, el que daba fuego y el que efectuaba la puntería, que debía agacharse inmediatamente “encomendando su alma al Santísimo”.*

obstante, no era algo novedoso. De hecho, Aristóteles ya lo introdujo como parte de su argumentario sobre el movimiento o el cambio en general en sus obras Física (Libros IV y VII), y De caelo (Libro III). En siglos posteriores, el debate sería modulado y enriquecido por dos clérigos franceses, Jean Buridan<sup>2</sup> y Nicole Oresme<sup>3</sup>, y más aún a finales de la Edad Media, en que se incluyó en el cuerpo de la escolástica y en su posterior proyección sobre las teorías renacentistas.

La principal dificultad que se presentaba al analizar el movimiento de un proyectil disparado por una boca de fuego residía que aún persistían ideas confusas respecto a lo que sucedía una vez que el proyectil salía del ánima y cruzaba el espacio. Con todo, la pretensión era poder proyectar nuevas máquinas de

(2) Jean Buridán (circa 1300-1358), formuló la noción de inercia e introdujo el concepto o teoría del ímpetu o movimiento inercial –momento–, siendo precursor directo de Copérnico, Galileo y Newton en esta materia fundamental. El ímpetu, proporcional a la masa y a la velocidad, mantendría a un proyectil en su estado de movimiento sin necesidad de acciones ulteriores. La noción de ímpetu quedaría enmarcada en las doctrinas aristotélicas comúnmente aceptadas en el siglo xvi.

(3) Nicolás de Oresme (circa 1323-1382) fue un genio intelectual de la escolástica tardía y, probablemente, uno de los pensadores más originales del XIV, considerado como uno de los principales artifices de la renovación medieval previa a la revolución científica moderna. En su obra *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum* se hallan sus contribuciones matemáticas más destacadas, entre ellas la introducción de un método para mostrar gráficamente las velocidades, con el que representó el movimiento uniformemente acelerado. No obstante, ha de señalarse que, por entonces, la carencia de instrumental matemático adecuado constituyó un impedimento para que se pudiesen desarrollar los progresos en este ámbito.

guerra más poderosas y, paradójicamente, la de diseñar también fortificaciones que anularan los potenciales efectos de las mismas. Por entonces, con teoría o sin ella, los proyectiles sembraban ya el terror en los campos de batalla renacentistas.

### TARTAGLIA Y EL NACIMIENTO DE UNA NUEVA CIENCIA: LA BALÍSTICA

El primer matemático que se ocupará de la cuestión sería el veneciano Niccolò Fontana, apodado Tartaglia –tartamudo–, debido la herida que recibió en su niñez, durante la toma de Brescia, su ciudad natal, por las tropas de Gastón de Foix. Huérfano y sin medios materiales para cursar estudios, su aprendizaje fue esencialmente autodidacta, llegando a ser uno de los principales matemáticos del siglo XVI. En 1537 publicaría su obra *Nuova Scientia*, consagrada a la balística, en la que –como indicaba en su título– pretendía anunciar la invención de una nueva ciencia, inscrita en el seno de las disciplinas matemáticas. En la misma, Tartaglia establecía los principios de la balística y trataba de matematizar los conocimientos físicos en los que se basaba, si bien lo conseguiría sólo en parte. Principalmente, estudia el movimiento de un cuerpo, en este caso en particular, el de un proyectil lanzado por una boca de fuego, suponiendo nula la resistencia del aire. Sostenía que su trayectoria estaba compuesta por tres tramos: el primero, rectilíneo e inclinado; el segundo, curvilíneo y similar a un

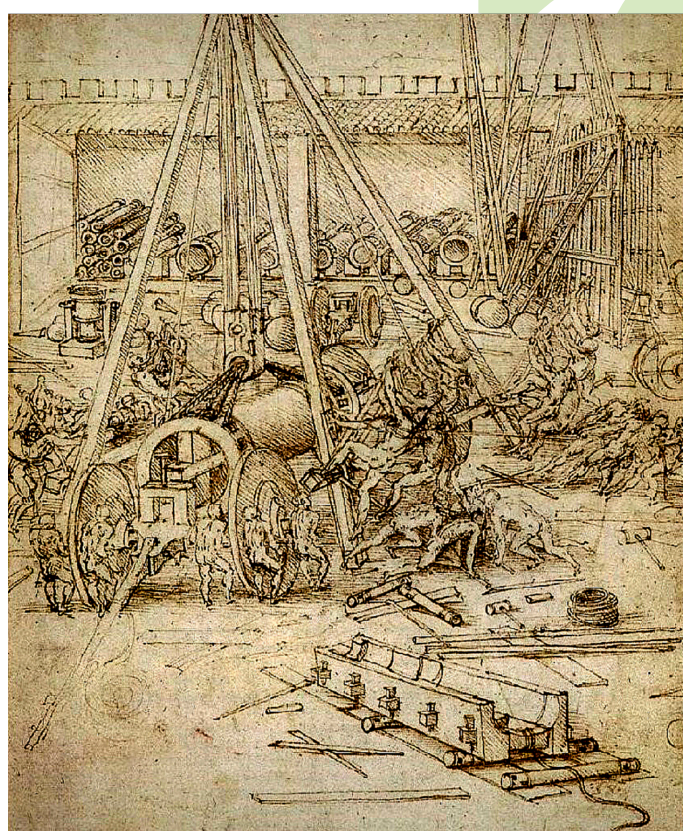
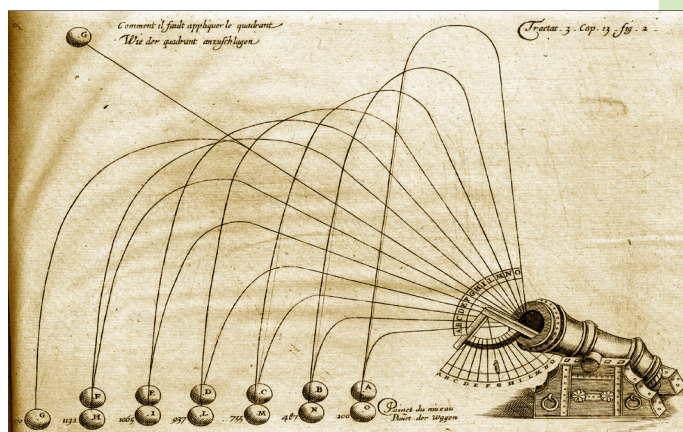


Imagen superior.

Estudio de las trayectorias en función de los ángulos dados a la escuadra. Tratado de la artillería y uso de ella platicado por el capitán Diego Ufano en las guerras de Flandes (1612)

Imagen inferior.

Parque de artillería. Estudio y boceto a lápiz. Leonardo da Vinci, circa 1487. Royal Library, Castillo de Windsor

arco de circunferencia; y el tercero, rectilíneo y vertical. Según este modelo, la caída del proyectil seguiría trayectoria rectilínea en dirección al centro de la tierra. De los resultados iniciales obtenidos, afirmaba que el alcance máximo correspondía a 45° grados sobre la horizontal, haciendo caso omiso a los puntos centrales de la doctrina aristotélica sobre el movimiento.

Posteriormente, en 1546, Tartaglia publicaría "Nuova Scientia, cioè invenzione nuovamente trovata utile per ciascuno speculativo matematico bombardero et altri", primer libro que sistematizaba el saber artillero e intentaba formular matemáticamente los problemas más relevantes del tiro. La obra, escrita en italiano en forma de diálogo sobre la ingeniería y al arte militar, constaba de nueve libros, en los además de revisar parte de las conclusiones sobre balística de su anterior Nuova Scientia, –entre ellas, reconsideraba el perfil de la trayectoria, estimándola totalmente curvilínea–, trataba de otros problemas relativos a la Mecánica y abordaba diversas cuestiones de Álgebra y Geometría, además de incluir por distintas partes datos de carácter autobiográfico. Como curiosidad, uno de sus interlocutores en el diálogo sería Diego Hurtado de Mendoza, a la sazón embajador de Carlos V en la República de Venecia y Trento y buen aficionado a las matemáticas, que poseía una gran colección de manuscritos clásicos que pasarían luego a engrosar los

*... el conocimiento real de las trayectorias sería una de las claves de los fundamentos del tiro, y los más prestigiosos investigadores de la época habrían de volcar sus esfuerzos en su estudio.*

fondos de la Biblioteca de El Escorial.

Los trabajos de Tartaglia, primeros estudios de aplicación de las matemáticas a la artillería en el cálculo de la trayectoria, serían continuados por otros científicos, como el inglés Thomas Digges<sup>4</sup>, que propuso como trayectorias posibles, dependiendo del ángulo de inclinación del tubo, la parábola, la hipérbola y la elipse en su obra *An Arithmetical Warlike Militare Treatise* publicada en 1579, o el también británico Thomas Harriot<sup>5</sup>, y confirmados posteriormente por los realizados por Galileo Galilei acerca de la caída de los cuerpos en "Dialogo" (1632) y "Discorso e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze attenenti alla meccanica & i movimento locali" (1638), esta última, su gran obra científica. Tanto Harriot como Galileo se enfrentaron al problema de determinar la trayectoria del proyectil en función del ángulo de proyección. Galileo, finalmente, estableció la naturaleza parabólica de la trayectoria,

(4) Thomas Digges (circa 1546–1595), astrónomo y matemático, general de las fuerzas inglesas que combatieron desde 1586 a 1594 durante la guerra con los Países Bajos Españoles, fue el primero en exponer el sistema copernicano en inglés.

(5) Thomas Harriot (1560–1621) también astrónomo y matemático inglés, creó varios de los símbolos y notaciones utilizados actualmente en álgebra. Sus contribuciones son poco conocidas, porque no publicó sus estudios en vida. Muchos de sus manuscritos se perdieron y los que han llegado hasta la actualidad están depositados en el British Museum y en los archivos Percy, en Sussex y Northumberland. Sus albaceas hicieron imprimir en 1631 un compendio de sus trabajos matemáticos, *Artis Analyticae Praxis*, pero no llega a representar el total de su obra manuscrita, que consta de más de 400 páginas.



enunciando la ecuación del movimiento del proyectil y fijando algunos de los conceptos más esenciales para los artilleros, como el del ángulo de tiro o el de la velocidad inicial del proyectil.

### LA TRATADÍSTICA CIENTÍFICA DE APLICACIÓN A LA ARTILLERÍA

En pleno renacimiento, las novedades tácticas y los descubrimientos científicos hicieron factible que la tratadística sobre artillería e ingeniería militar cobrara un gran protagonismo. Prueba de esta relevancia será que otros personajes coetáneos de la talla del citado Galileo, como Newton, Leibnitz, Bernoulli o el marqués de l'Hôpital<sup>6</sup>, trabajarán en el campo de la física, las matemáticas y la geometría aplicada. Y Alberto Durero, Miguel Angel, Leonardo Da Vinci o Francisco de Giorgio efectuarán trabajos en otros campos, como el del diseño de materiales de artillería y de sistemas de fortificación. Todos ellos serán difundidos a través de las novedosas imprentas de tipos móviles de Gutenberg, cuyo uso ya se había generalizado. De esta forma, en Europa, al primer tratado de artillería de este periodo, "Buch von den probierten Künsten" de Franz

(6) Nombres bien conocidos de todos los artilleros, Isaac Newton (1642-1727), describió la ley de la gravitación universal y estableció las leyes de la mecánica clásica que llevan su nombre. Comparte con Gottfried Leibniz (1646-1716) el privilegio de haber desarrollado el cálculo integral y diferencial. Jakob Bernoulli (1654-1705), perfeccionó las teorías de los anteriores e hizo contribuciones extraordinarias en los campos de geometría analítica y la teoría de probabilidades; y Guillaume de l'Hôpital (1661-1704), fue el autor del primer libro de texto conocido sobre cálculo diferencial, estableciendo el método de resolución que lleva su nombre.

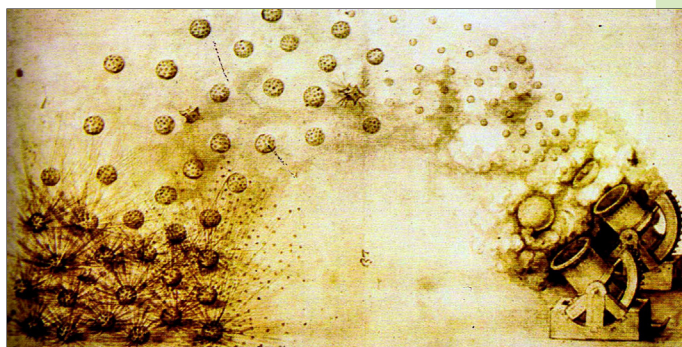


Imagen superior.

Estudio de dos morteros lanzando bombas explosivas. Codex Atlanticus, folio 33 recto. Leonardo Da Vinci

Imagen inferior.

Artillero sirviendo un cañón. Buch von den probierten Künsten. Franz Helm de Cologne, (c. 1530)

Helm de Cologne<sup>7</sup> manuscrito datado aproximadamente en 1530, le siguieron los de Jakob Preuss, “Ordnung, Namen, unnd Regiment Alles Kriegs-volcks”, publicado en Estrasburgo el mismo año<sup>8</sup>, Girolamo Battista Cattaneo, con su “Opera nuoua di fortificare, offendere et difendere, et far gli alloggiamenti campali, secondo l'vso di guerra. aggioutoui nel fine, vn trattato de gl'essamini de' bombardieri, [et] di far fuochi arteficiati ...” (Brescia, 1564), François de la Treille con “La maniere de fortifier villes, chasteaux, et faire autres lieux fortz”, (Lyon, 1555), William Bourne con “The art of shooting in great Ordnance”, (Londres, 1587), Gabrielle Busca y “Della espugnatione et difesa delle fortezze (Turin, 1598), Daniel

(7) Franz Helm de Cologne (circa 1500-1567) sirvió a las órdenes del Emperador Carlos V durante la Guerra contra el Imperio Otomano. Considerado como un excelente artífice y un gran maestro artillero, describe e ilustra en una sección de su obra, titulada “Para prender fuego a un castillo o una ciudad cuando no se puede conseguir de otra forma”, un estrambótico método basado en palomas propulsadas y gatos-cohete. Curiosamente, durante la Segunda Guerra Mundial el ejército soviético experimentó el uso de perros-mina o perros antitanque contra los carros de combate enemigos durante la campaña de Rusia. La puesta en práctica de este plan tuvo menos éxito. Los Panzerabwehrhunde, como eran conocidos por los alemanes, habían sido entrenados usando tanques soviéticos, y se confundían a veces en la batalla, dando la vuelta y corriendo hacia los vehículos propios. Utilizados con escasa efectividad en las grandes batallas de tanques de Kiev, Járkov y Kursk e, incluso, en Stalingrado –según fuentes rusas, el “comando canino” habría destruido unos 300 tanques, aunque al parecer no fueron más de una treintena–, tuvieron sin embargo un gran efecto disuasivo entre los alemanes. El entrenamiento de perros antitanque en el ejército ruso continuó, al menos, hasta junio de 1996.

(8) Obra que, junto al Libro della arte della guerra de Maquiavelo, se convertiría en el tratado sobre táctica de combate de mayor éxito en la Alemania renacentista.

*... Galileo, finalmente, estableció la naturaleza parabólica de la trayectoria, enunciando la ecuación del movimiento del proyectil y fijando algunos de los conceptos más esenciales para los artilleros, como el del ángulo de tiro o el de la velocidad inicial del proyectil.*



Krammer con “Ein schönes Buech der Büxenmaisster undt Feyrwerckherey so zway Thail inn sich hält” (Augsburgo, 1661), o los de los italianos Ricardo Bertolino, Nicolas Beraldo, Rucelli, y Martenna, y los alemanes Fronsberg, Senfftemberg, Kronsperger, Maus y Burger, citados por su coetáneo Luis Collado y, varios siglos después, por Adolfo Carrasco en este mismo Memorial de Artillería.

Sobre todo, a finales del xvi y en la primera mitad del xvii, la tratadística artillera española brillaría con luz propia, a través de la publicación de obras ya clásicas para la historia del Arma<sup>9</sup>, que significaron el liderazgo de las teorías hispanas. Diego de Álava escribiría “El Perfecto Capitán” (Madrid, 1590), y Luis Collado publicaría su “Plática Manual de Artillería” en Milán (1592), importante obra en la que se recogía toda la materia conocida por entonces.

Al tratado de Collado le siguieron las obras de Lázaro de la Isla, “Breve tratado del arte de Artillería, Geometría y artificios de fuego” (Madrid, 1595), Andrés de Céspedes, “Tratado de Artillería” (Madrid, 1606); Francisc Barra, “Breu tractat de Artilleria recopilat de diversos autors” (Barcelona, 1642), Andrés Muñoz, “Instrucción para el uso de la Artillería en el mar” (Lucena, 1642), Sebastián Fernández de Gamboa, “Memorias Militares para el manejo de la Artillería, conocimiento de los metales &c” (Madrid, 1671) y, sobre todo, las más importantes de Cristóbal Lechuga, con su “Discurso de

(9) Véanse las referencias en la bibliografía de este artículo.

Artillería” (Milán, 1611), Diego de Ufano, con el “Tratado de Artillería” (Bruselas, 1612), ampliamente difundido, Julio César Firrufino, con sus obras “Plática manual y Breve Compendio de la Artillería” (Madrid, 1626) y “El Perfecto Artillero” (Madrid, 1632), y Sebastián Fernández de Medrano, con “El práctico artillero” (Bruselas, 1680) y “El perfecto bombardero, y practico artificial” (Bruselas, 1691).

Todas estas obras citadas elevaron el nivel científico, táctico y técnico de la Artillería española, que ocupó un lugar de privilegio en Europa, plasmando en ellas el paso de la experiencia al experimento, y convirtiéndose en textos difícilmente superables por otros expertos europeos, citados con frecuencia por otros autores ya desde el mismo siglo XVII.

### LOS INICIOS DE LA FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS ARTILLEROS<sup>10</sup>

Esta tratadística mencionada, de una clara vocación docente y con evidentes objetivos pedagógicos, haría imprescindible abordar la formación diferenciada de los artilleros, puesto que ya no era posible que realizasen sus funciones empíricamente, sin una enseñanza previa, y ésta no podía adquirirse sin escuela práctica. Los Reyes Católicos fueron los primeros que emprendieron estas tareas de adiestramiento, reuniendo en una misma plaza a los que quisieran mejorar su ins-



Imagen superior.

"Para prender fuego a un castillo o una ciudad cuando no se puede conseguir de otra forma", curioso método basado en palomas propulsadas y gatos-cohete. Buch von den probierten Künsten, Franz Helm de Cologne, (c. 1530)

Imagen inferior.

Panzerabwehrhunde o perro-mina soviético dirigiéndose hacia un carro de combate durante un entrenamiento. Foto: Dailymail.co.ukCologne, (c. 1530)

(10) Sobre la enseñanza de los artilleros, recomiendo al lector la lectura del número extraordinario de la Revista de Historia Militar publicado en 2014 con ocasión del 250 aniversario del Real Colegio de Artillería.

trucción, como era la práctica contemporánea<sup>11</sup>. Aunque en sus inicios los conocimientos en que ésta se basaba habían sido puramente empíricos, ratificados por la experiencia de aquellos que construían y manejaban las bocas de fuego, sus peculiaridades muy pronto pusieron en evidencia la necesidad de una especialización. Era imprescindible, por lo tanto, que recibiesen una instrucción mayor a la que precisaban aquellos que servían en la infantería y la caballería, circunstancia que sería el fundamento de que la artillería recibiese la consideración de cuerpo facultativo más antiguo<sup>12</sup>.

Posteriormente, se crearían escuelas específicas de artillería, matemáticas y fortificación, dirigidas no solo al ejercicio militar y manejo de las piezas, basado en las matemáticas y la geometría, sino también a difundir los conocimientos técnicos y metalúrgicos relacionados con la artillería. Felipe II determinó en 1542 la apertura del primer centro de enseñanza militar, la escuela de Burgos, que alcanzará gran fama en

*Todas estas obras citadas elevaron el nivel científico, táctico y técnico de la Artillería española, que ocupó un lugar de privilegio en Europa, plasmando en ellas el paso de la experiencia al experimento, y convirtiéndose en textos difícilmente superables por otros expertos europeos...*



Europa. Dos décadas después se abriría la escuela de Sevilla para artilleros de tierra, que se refundiría en 1592 con la de artilleros de la flota de Indias creada en 1576 por el Consejo de Indias, dependiente de la Casa de Contratación y dirigida por Andrés de Espinosa. Ambas escuelas serían reformadas –disueltas– en 1625, desdoblándose la existente en Burgos en dos centros, Guipúzcoa y Cataluña, que se saldarían con un fracaso por falta de alumnado. Burgos y Sevilla volverían a reabrir sus puertas en 1640, si bien precariamente, con pobres resultados y funcionamiento intermitente. De hecho en 1672, tras varios avatares, el Consejo de Estado propondría de nuevo su restablecimiento, perviviendo hasta finales de siglo.

Además de estos centros de enseñanza, y aunque la escasez de medios hizo que funcionasen de modo francamente irregular, durante el siglo XVI se formarían artilleros en Barcelona, Mallorca (1559), Palermo (1575) y Trapani, en Sicila (1582-1590), y a lo largo del XVII también en Barcelona y en Mallorca, y en los presidios y ciudadelas de Pamplona, La Coruña, Ávila, Bilbao, San Sebastián, Valladolid, Madrid, Lisboa, Cádiz, Gibraltar, Málaga y Cartagena.

Asimismo, a principios del XVII comenzó su tarea formativa la prestigiosa escuela de artillería de Milán, primero de los grandes centros de formación asociados a los ejércitos, a la que seguiría, ya a finales de siglo, la Real Academia Militar de Matemáticas de Bruselas, fundada en 1675 y dirigida por Sebastián Fernández de Medrano hasta su desaparición.

(11) SALAS HERNÁNDEZ, Ramón de: Memorial histórico de la Artillería Española. Imprenta de García, Madrid, 1831, pp. 135-136.

(12) En su Diccionario Militar, Almirante, en la voz "Artillería", lo determina expresamente al englobar en ella "[...] el conjunto de conocimientos verdaderamente FACULTATIVOS ó TÉCNICOS, de ciencias exactas y físicas, de artes mecánicas e industriales, que directa o indirectamente concurren a la INSTRUCCIÓN del artillero, para su profesión ESPECIAL de construir, conservar y usar todo género de ARMAS, APARATOS, MÁQUINAS y MUNICIONES de guerra." (Versalitas en la versión original). (ALMIRANTE, José: Diccionario militar. Etimológico, histórico, tecnológico. Imprenta y Litografía del Depósito de la Guerra, Madrid, 1869, pág. 74).

**PARA SABER MÁS**

- ◇ AA,VV. Revista de Historia Militar, Extra nº 1 (2914). 250 aniversario del Real Colegio de Artillería.
- ◇ ÁLAVA Y VIAMONT, DIEGO DE (1590). El perfecto capitán instruido en la disciplina militar y nueva ciencia de la artillería. Madrid, 1590, Edición del Ministerio de Defensa, Madrid, 2000.
- ◇ ALBORNOZ, DIEGO FELIPE DE (1666) Cartilla política y christiana. Imp. Melchor Sánchez Madrid.
- ◇ ALMIRANTE, JOSÉ (1869). Diccionario militar. Etimológico, histórico, tecnológica. Imprenta y litografía del Depósito de la Guerra, Madrid.
- ◇ BRUNET, JEAN (1842). Histoire Générale de l'Artillerie. 2 vol,s. Imprimerie et librairie militaire de Gaultier-Lagionie, Paris.
- ◇ CAMPILLO, ANTONIO (1986). La fuerza de la razón. Guerra, Estado y ciencia en los tratados militares del Renacimiento. Universidad de Murcia.
- ◇ CARRASCO Y SAYZ, ADOLFO. "Bibliografía artillera de España del siglo XVII", en Memorial de Artillería, 3ª Serie, Vols. III (1881), XIII, XIV (1886) y XVI (1887). Imprenta del Cuerpo de Artillería. Madrid.
  - (1889) "Apuntes para la historia de la fabricación de la artillería y munición de hierro en España", en Memorial de Artillería, 3ª Serie, Vol. 18, pp. 571-609; vol. 19, pp- 49-72, 218-235, 559-579. Imprenta del Cuerpo de Artillería. Madrid.
- ◇ COLLADO, LUÍS (1592). Plática Manual de la Artillería. Milán. Facsímil editado por la Academia de Artillería. Segovia, 1985.
- ◇ DE LOS RÍOS, VICENTE (1767). Discurso sobre los ilustres autores e inventores de Artillería que han florecido en España desde los Reyes Catholicos hasta el presente. Joachin Ibarra Imp., Madrid.
- ◇ FERNÁNDEZ DE MEDRANO, SEBASTIÁN (1680). El práctico artillero que contiene tres tratados. Francisco Foppens Imp., Bruselas.
  - (1691). *El perfecto Bombardero y Práctico Artificial. Dividido en dos tratados. Francisco Foppens Imp., Bruselas.*
- ◇ FIRRUFINO, JULIO CÉSAR (1642). El perfecto artillero, theórica y práctica. Facsímil editado por la Academia de Artillería. Segovia, 1987.
- ◇ GÓMEZ MOLINET, DIEGO (2007). El ejército de la Monarquía Hispánica a través de la tratadística militar, 1648-1700. Ministerio de Defensa, Madrid.
- ◇ ISLA, LÁZARO DE LA (1595). Breve tratado de Artillería , Geometria y fuegos de artificio. Viuda de P. Madrigal, Madrid.
- ◇ LECHUGA, CRISTÓBAL (1611). Tratado de artillería y fortificación. Milán. Edición del Ministerio de Defensa, Madrid, 1990.
- ◇ LÓPEZ PIÑERO, JOSÉ MARÍA (1979). Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII. Ed. Labor, Barcelona.
- ◇ MAQUIAVELO, NICOLÁS (c.1521). Del arte de la guerra. Estudio preliminar, traducción y notas de Manuel Carrera Díaz. Ed. Tecnos, Madrid, ed.1988.
- ◇ MERINO PERAL, ESTHER (2002). El arte militar en la época moderna: los tratados "de re militari" en el Renacimiento. 1536-1671. Aspectos de un arte español. Ministerio de Defensa, Madrid.
- ◇ SALAS, RAMÓN DE (1831). Memorial histórico de la Artillería española. Madrid, Imprenta de García.
- ◇ VIGÓN SUERODÍAZ, JORGE (1947). Historia de la Artillería Española. 3 tomos. Instituto Jerónimo Zurita. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

---

**El coronel D. Carlos J. Medina Ávila pertenece a la 272 promoción del Arma de Artillería. Es diplomado de Estado Mayor, y en la actualidad se encuentra en la situación de Reserva**

---

# Impresión Bajo Demanda

## Procedimiento

El procedimiento para solicitar una obra en impresión bajo demanda será el siguiente:  
Enviar un correo electrónico a **publicaciones.venta@oc.mde.es** especificando los siguientes datos:

**Nombre y apellidos**

**NIF**

**Teléfono de contacto**

**Dirección postal donde desea recibir los ejemplares impresos**

**Dirección de facturación (si diferente a la dirección de envío)**

**Título y autor de la obra que desea en impresión bajo demanda**

**Número de ejemplares que desea**

Recibirá en su correo electrónico un presupuesto detallado del pedido solicitado, así como, instrucciones para realizar el pago del mismo.

Si acepta el presupuesto, deberá realizar el abono y enviar por correo electrónico a:

**publicaciones.venta@oc.mde.es** el justificante de pago.

En breve plazo recibirá en la dirección especificada el pedido, así como la factura definitiva.

## Centro de Publicaciones

Solicitud de impresión bajo demanda de Publicaciones

Título:

ISBN (si se conoce):

N.º de ejemplares:

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Teléfono

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

E-mail:

**Dirección de envío:**  
(sólo si es distinta a la anterior)

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

Decía  
el

# MEMORIAL

hace

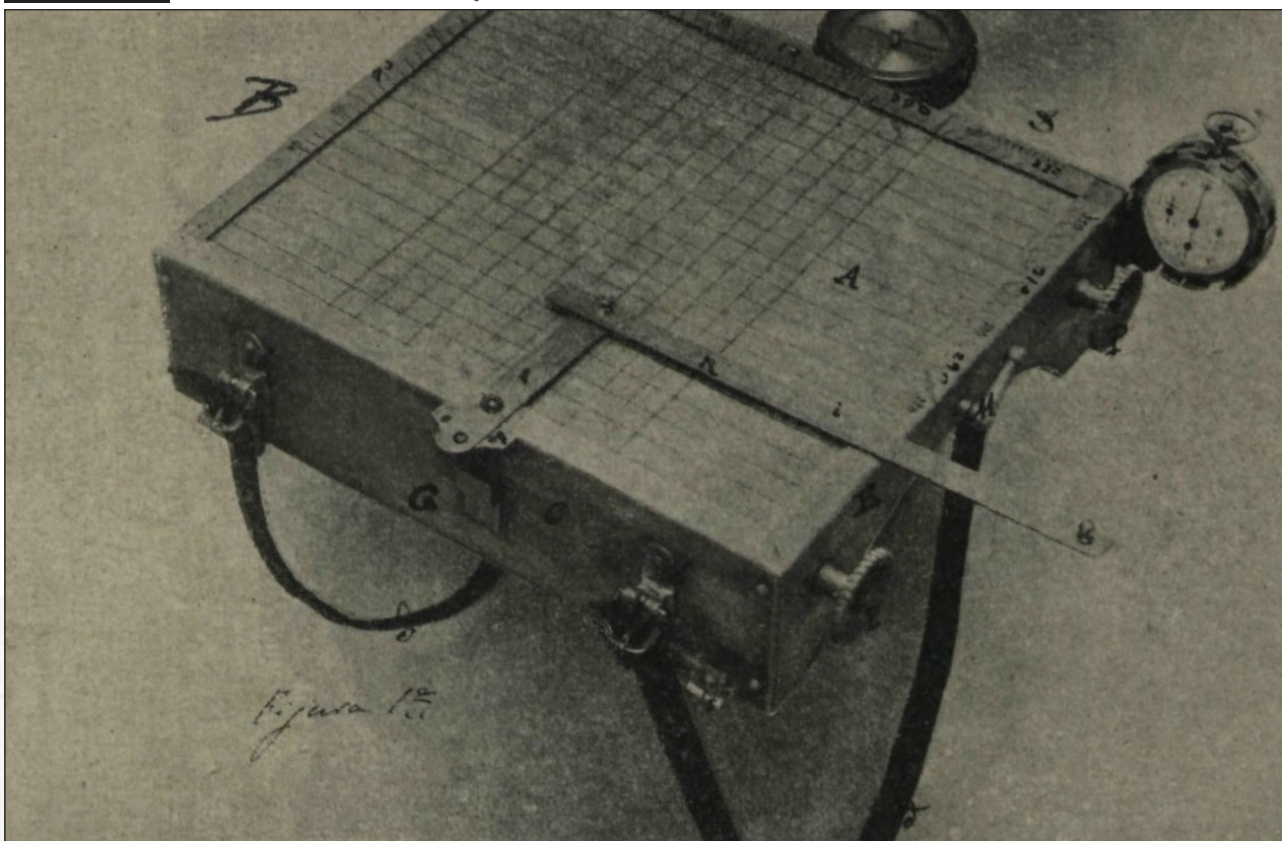
años

100

**Extracto realizado por el teniente coronel D. Luis Miguel Torres Sanz, del número correspondiente al Año 71. Serie VI – Tomo IX – 1916.**

◇ **EL "MEMORIAL DE ARTILLERÍA" AL EMPEZAR EL AÑO 1916**

Al entrar el MEMORIAL en el setenta y un año de su existencia, hemos creído oportuno dar a la imprenta algunas cifras y pormenores que a modo de balance acusen fidedigna y concretamente lo que somos en la actualidad, no guiándonos al hacerlo ningún vano alarde de exhibición, sino solamente poder satisfacer la curiosidad de aquéllos de los lectores que deseen conocer ciertos pormenores relacionados con la marcha de la Revista. Si para establecer una comparación nos fijamos en lo que va de siglo, y ponemos en parangón su comienzo y el momento presente, podrá echarse de ver que en el tiempo así transcurrido, no tomando en consideración la cualidad de los asuntos tratados, existe progreso en dos conceptos tan importantes como la cuantía de la tirada y la de las materias que constituyen el texto de la publicación. En 1901, el MEMORIAL imprimía mensualmente 1.700 ejemplares, cifra que empezó a aumentar en 1911, llegando en 1912 a 1.850, y en la actualidad a 1.900; en el primer semestre de 1901, el término medio de una entrega tenía 108 páginas, y en el semestre que acaba de finalizar, con las mayores dimensiones adoptadas en 1912, el promedio ha subido a 187 páginas; el primer tomo de 1901 tenía 648 páginas, los dos del año, 1194, y en 1915, el segundo tomó llegó a 1126; y los dos del año a 2043, representando los



Plancheta

dos últimos números los máximos logrados hasta ahora en el concepto a que se refieren. [...]

Confiamos en que nuestros colaboradores, a cuya intervención es debida principalmente la favorable acogida que se dispensa al MEMORIAL, seguirán prestándonos su valioso concurso, y que con el esfuerzo de todos podremos ir realizando, sin interrupción, el ideal que se condensa en la frase: SIEMPRE ADELANTE.

(Nota: Como curiosidad, cien años después, en el año 2016 sólo editamos 2 revistas al año de 128 páginas, de las que se imprimen en papel unas 60 de cada número, quedando la consulta gratuita de nuestra revista en internet, en la página web de Publicaciones de Defensa).

#### ◇ PLANCHETA PARA EL TRAZADO DE ITINERARIOS A CABALLO

Sabido de todos es la importancia que para nosotros tiene el trazado de itinerarios a caballo y las dificultades tan grandes con que se tropieza al desempeñar este cometido, pues, o hay que estar bajando y subiendo constantemente cada vez que hay que trabajar, o, de lo contrario, se tienen que abandonar las riendas por la necesidad de utilizar, para dibujar, las dos manos, y entonces se corren los consiguientes riesgos, los que, si bien no son grandes marchando por carretera o regular camino, aumentan notablemente en montaña, donde casi todo el recorrido se hace por malas veredas, campo a traviesa, subiendo y bajando grandes pendientes y, muchas veces, bordeando verdaderos precipicios. Además, los vientos fuertes imposibilitan por completo el trabajo, pues mueven el papel y ni a pie ni

Decía  
el

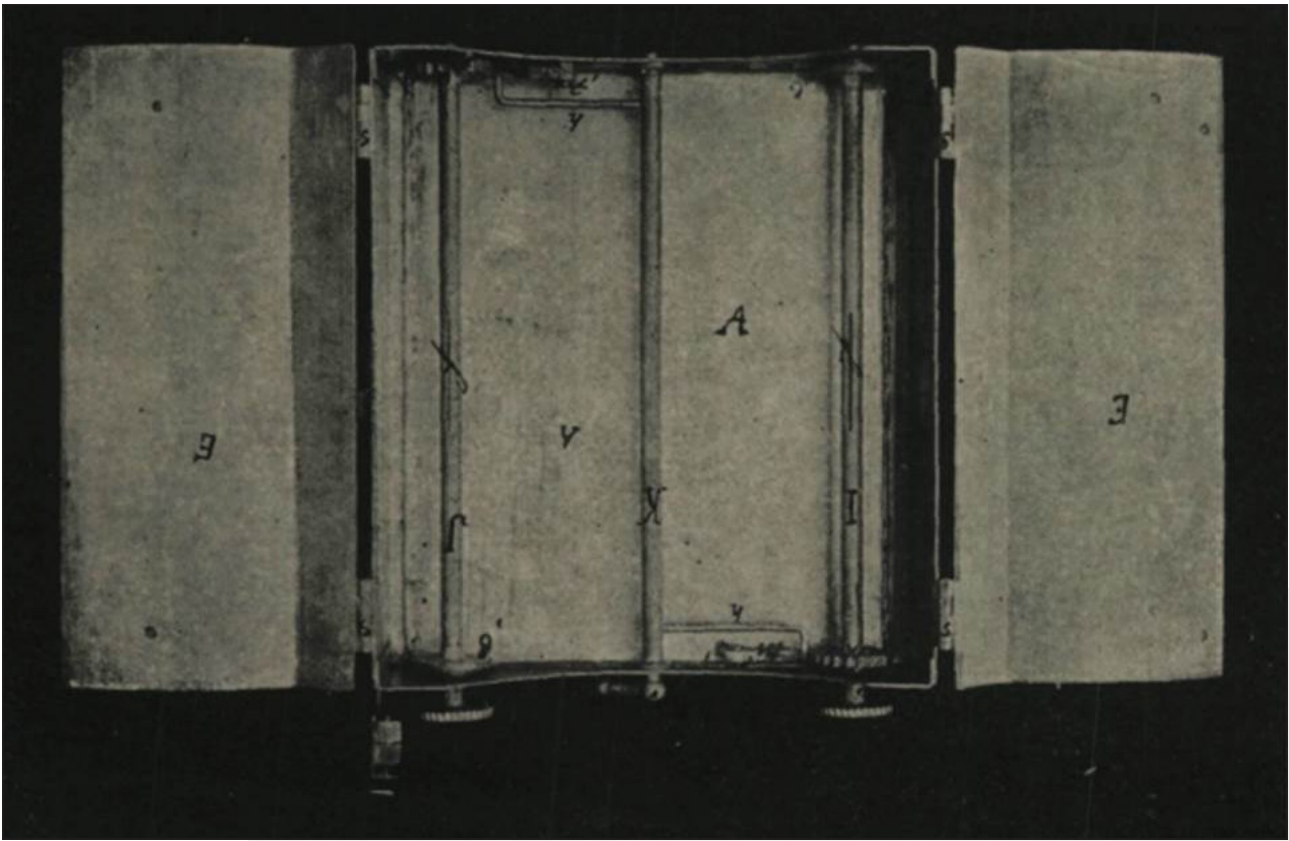
MEMORIAL

hace

años

100





Interior de la plancheta

a caballo puede dibujarse nada ni tomar nota alguna. Todas estas consideraciones me llevaron a proyectar la plancheta que a continuación se describe, que no tiene más objeto que hacer desaparecer, en lo posible, los anteriores inconvenientes, y que ha dado resultados satisfactorios en las pruebas con ella hechas por varios tenientes del regimiento.

Consiste en una caja rectangular, cuya cara interior tiene un corte en forma de canal para adaptarse sobre el guarda-capote, al que se sujeta fuertemente por dos correas, que van sujetas por un extremo a unas argollas que lleva la cara anterior de la caja. [...]

#### CONCLUSIONES.

De la descripción y modo de operar con esta plancheta se deducen las siguientes conclusiones:

1. Se pueden hacer todas las operaciones a caballo, lo que nos evita el inconveniente y la molestia de estar bajando a cada momento.
2. Como hemos podido observar, para todas las operaciones que es necesario hacer con esta plancheta y dibujar en ella, no nos hace falta más que una sola mano, la derecha, quedando la izquierda para el mando del caballo, que era uno de los principales objetos que nos proponíamos.
3. Por ir el papel sujeto y en tensión por los ejes y pasar por debajo de las pestañas que las cuatro caras laterales tienen sobre la superior, no se moverá jamás por mucho viento que haga, permitiéndonos siempre, por lo tanto, desempeñar nuestro cometido.

Vemos, por lo tanto, que se han conseguido con esta pequeña y sencilla plancheta los resultados que nos proponíamos,



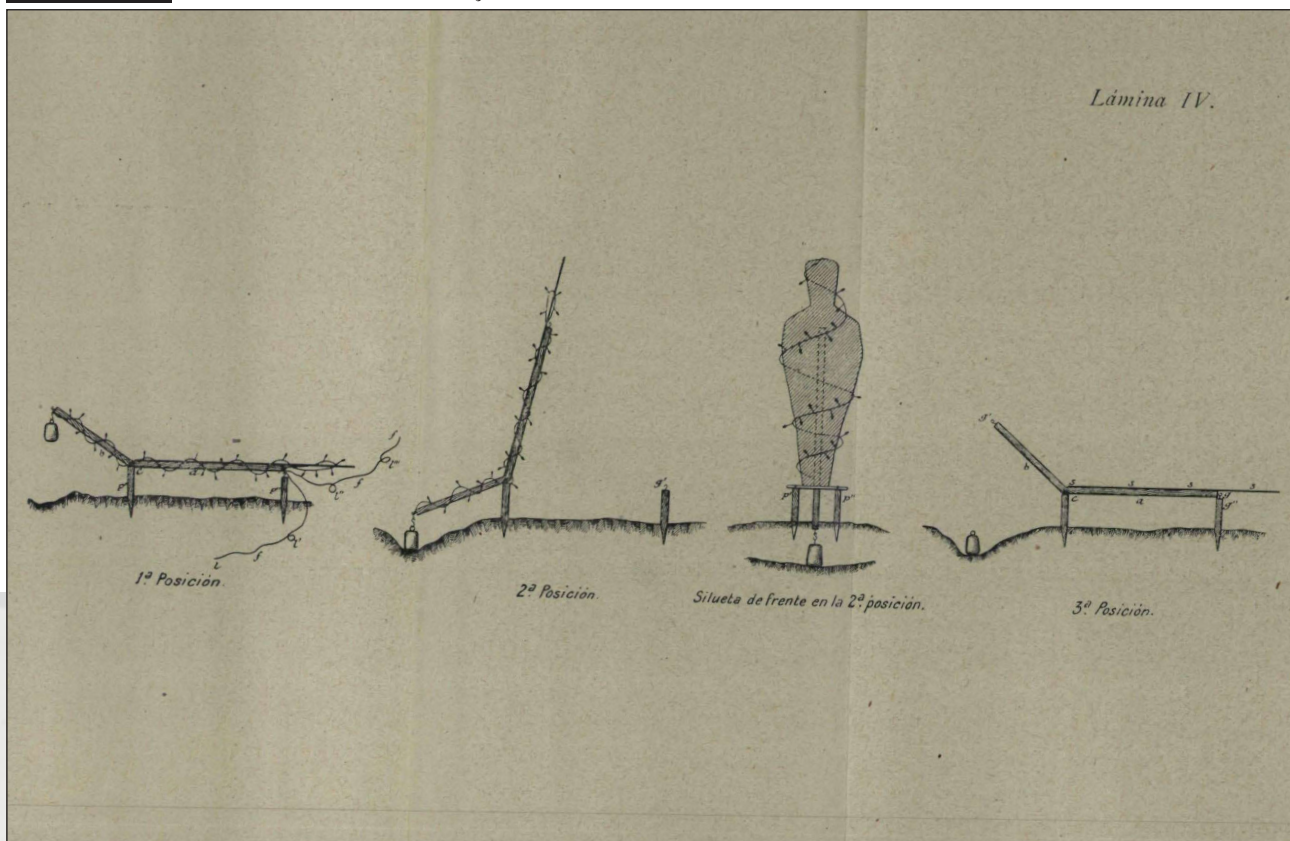
Decía  
el

**MEMORIAL**

hace

años

**100**



Siluetas Amilibia

teniendo, además, la ventaja de que puede entregarse el itinerario unido y completo tan pronto como se termina de hacer.

◇ **BLANCOS DE CAMPAÑA «AMILIBIA».**

El objeto de estos blancos es representar, con la mayor veracidad, los objetivos que en campaña pueden presentarse a las tropas de Infantería y Artillería. Es completamente absurdo que las unidades de estos Cuerpos practiquen sus ejercicios de tiro sobre blancos que no se aproximan, ni remotamente, a los objetivos que deben batir en campaña. Nunca la Infantería enemiga se presentará para combatir en perfecta formación de orden cerrado, como la representan esos telones pintados, que en algunos casos aparecen y desaparecen periódicamente con regularidad automática. La Infantería enemiga, por el contrario, adoptará, seguramente, para combatir el orden abierto y la formación irregular que le desenfila con los accidentes del terreno para neutralizar o, por lo menos, aminorar de alguna manera los mortíferos efectos de las armas modernas. [...]

Conforme con estas verdades, los blancos que presentamos cumplen con las condiciones siguientes:

1. Están constituidos por siluetas independientes que se colocan en orden abierto e irregular, desfilándolas con los accidentes del terreno.
2. No permanecen más de siete minutos en posición, desapareciendo (pasado este tiempo) definitivamente para dar lugar a la aparición de otras en otra posición más a vanguardia o a retaguardia, según se determine en el supuesto táctico.
3. Son blancos con vida, que se denuncian por el ruido y humo de sus disparos más que por el contorno de sus siluetas que,

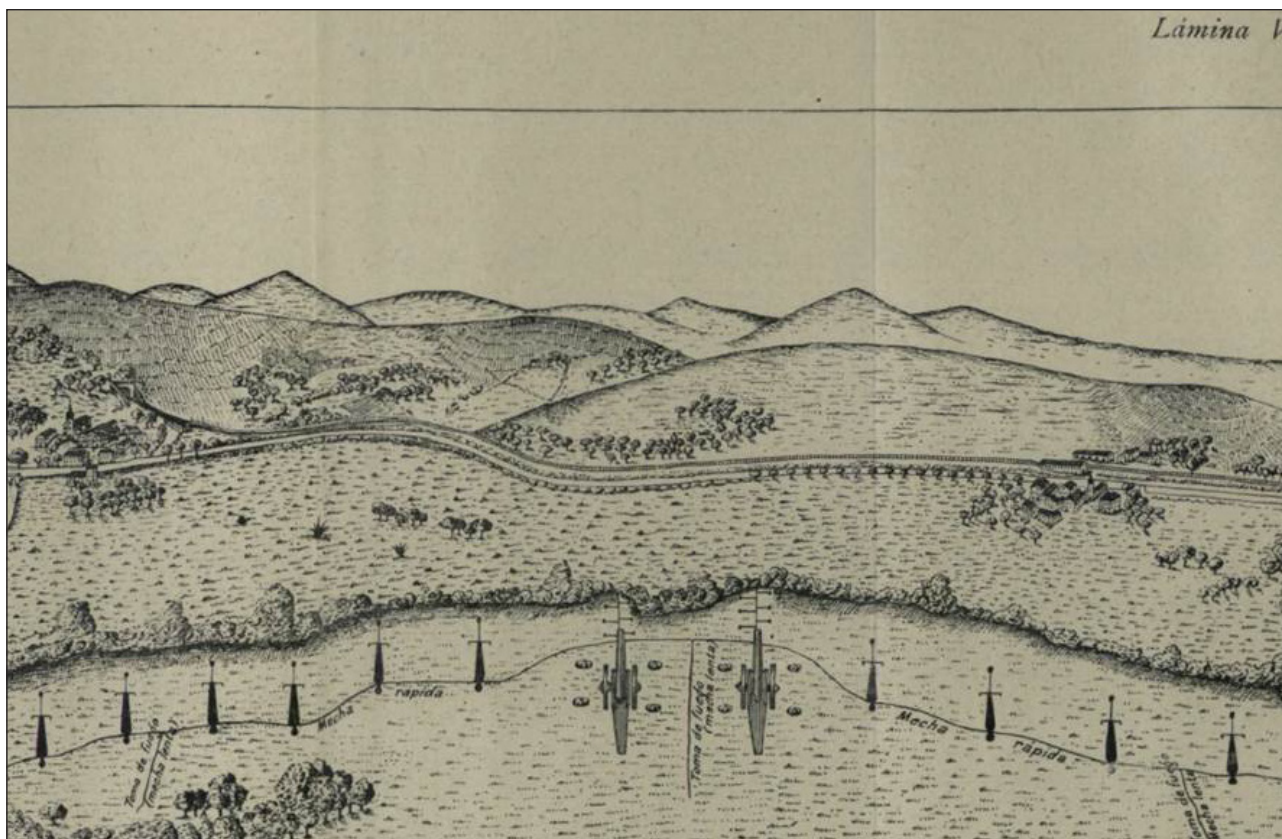
Decía  
el

MEMORIAL

hace

años

100



Siluetas amilibia desplegadas en el campo y unidas por mecha rápida

como hemos dicho, permanecen semiocultas en los accidentes del terreno.

Descripción (Láminas 4ª y 5ª).

Consta cada silueta de una armadura formada por dos listones a y d de 1' 10 m. y otro de longitud, respectivamente, y 0'05 x 0'03 de escuadría, que se unen por uno de sus extremos a medias maderas en ángulo de 130°. [...]

Coste de cada silueta.

El coste de cada una es de dos pesetas, a lo que debe adicionarse el valor de la parte de pirotecnia, que se eleva a otras dos pesetas, con lo que será el precio total de cuatro pesetas.

Ventajas de estos blancos.

1. Al ser independientes de las siluetas, permiten plegarlas perfectamente a todos los accidentes del terreno.
2. La simulación de los disparos por medio de petardos imprime al blanco una vitalidad y apariencia real que hace más interesante el ejercicio.
3. Desconociendo el capitán la posición donde van a parecer los blancos, le obliga a desplegar una gran actividad en el ejercicio y maniobra para aprovechar su escasa permanencia de siete minutos; pues de no rectificar su tiro en este tiempo, se debe suponer que su batería ha sido vencida por las siluetas, lo cual estimula de una manera extraordinaria a todo el personal de la batería.
4. Ocupan muy poco espacio para su transporte a las posiciones, llevándolas perfectamente apiladas las siluetas, armaduras y piquetes. [...]

Eustasio de Amilibia (Marqués de la Paz), Comandante de Artillería. San Sebastián, 15 de diciembre de 1915.

Decía  
el

MEMORIAL

hace

años

100





# Capitán de Artilería Don Joaquín Planell Riera

por D. Carlos Ramos Mateos, coronel  
de Artilería

Nace en Vitoria el 22 de septiembre de 1891, siendo sus padres don Francisco Planell y doña Matilde Riera.

Su primer contacto con el Ejército fue como artillero 2º educando de banda, voluntario en la Comandancia de Artilería de Barcelona. Ingresa el día 2 de abril de 1906 procedente de la clase de paisano a la edad de catorce años. Cuatro años después lo hace en la Academia de Artilería por Real Orden de 7 de julio de 1910, como perteneciente a la 202 promoción del Arma de Artilería. En los cinco cursos que pasa en la Academia destaca por su aplicación y aprovechamiento, y en 1914 se le concede la cruz de 1ª clase del mérito militar. Su permanencia en el Centro Militar dura hasta su ascenso a primer teniente de artilería en junio de 1915.

Su primer destino es el Primer Regimiento de Artilería de Montaña en la plaza de Barcelona. Al año siguiente es destinado en comisión de servicio a la Fábrica de Artilería de Trubia, donde inicia unas actividades técnicas que solo abandonaría en reducidos periodos de su vida profesional. Recibe la cruz de 1ª clase del mérito naval con distintivo blanco por los

servicios especiales prestados a la Marina en la citada fábrica. En 1917 es destinado al 9º Regimiento Montado de Artillería, aunque sigue en comisión de servicio en la Fábrica de Artillería. Simultáneamente con su destino en Trubia, Planell toma parte en diversas comisiones tanto en España como en el extranjero, asesorando para la fabricación del acero al cromo-niquel en los Altos Hornos de Bilbao, y el estudio en Estados Unidos de los procedimientos en vigor en el ejército norteamericano sobre instalaciones de farmacia y química industrial. En Inglaterra visita Laboratorios y Centros siderúrgicos durante dos meses, y en Trubia ocupa accidentalmente la Jefatura de los talleres de Aceros, Temple y Laboratorios químicos, desempeñando el profesorado en la Escuela de Artes y Oficios del establecimiento.

Por Real orden de 5 de febrero de 1919 es ascendido a capitán de Artillería, y es destinado a la Comandancia de Artillería de Mallorca, aunque no se incorpora a Baleares por la excepcional competencia que ha demostrado en la fabricación de aceros especiales.

En abril de 1921 es destinado a la Maestranza de Barcelona. Por haber cumplido un plazo de cuatro años prestando sus servicios en la fábrica de Trubia se le concede la cruz de primera clase del mérito Militar con distintivo blanco, y pasador de "Industria Militar". En 1922 recorre España en unión de otros Jefes de Artillería para la elección del emplazamiento más adecuado para la instalación de una fábrica de productos químicos de aplicación al Ramo de la Guerra. En 1924 se incorpora a la Comandancia de Artillería de Melilla, destinado a la 1ª batería de Obuses de 15,5 mm, actuando en Tafersit, Izza Alma, etc. Da conferencias a los jefes y oficiales de Aviación en el aeródromo de Gador sobre iperita, sus propiedades, y precauciones para la manipulación y empleo de las bombas de este material.

#### **ANTECEDENTES DE LA OPERACIÓN PEÑON DE ALHUCEMAS**

En abril de 1925 se produce un hecho crucial: Abdel-Krim, seguro de sí mismo por sus éxitos frente a los

... es destinado en comisión de servicio a la Fábrica de Artillería de Trubia, donde inicia unas actividades técnicas que solo abandonaría en reducidos periodos de su vida profesional...

... La herida consiste en una fractura de la bóveda craneal, con esquirlas e inclusión de un trozo de proyectil en las partes blandas del cerebro. El teniente médico intenta inútilmente retenerle, lo que no consigue...

españoles, ataca la zona francesa del Protectorado, con lo que abre las puertas a un entendimiento franco-español para hacer frente común contra los rifeños. Con este fin, en junio de 1925 tiene lugar la Conferencia de Madrid, que concreta las acciones necesarias. Entre los acuerdos alcanzados se encuentra el de efectuar un desembarco español en la bahía de Algeciras, con la cooperación y apoyo de una flota combinada naval y aérea franco-española. Durante

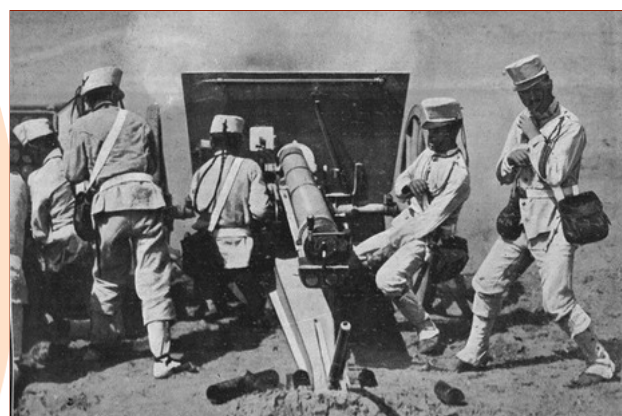
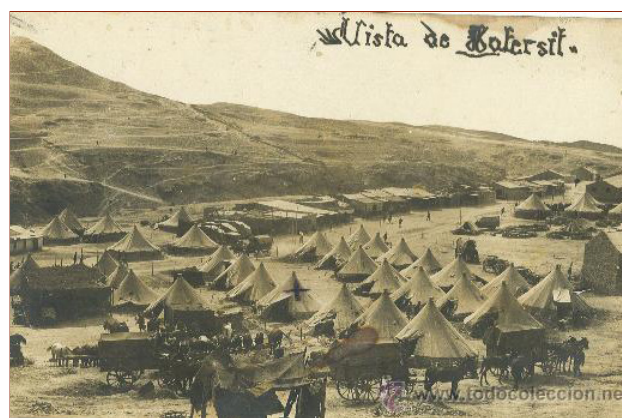
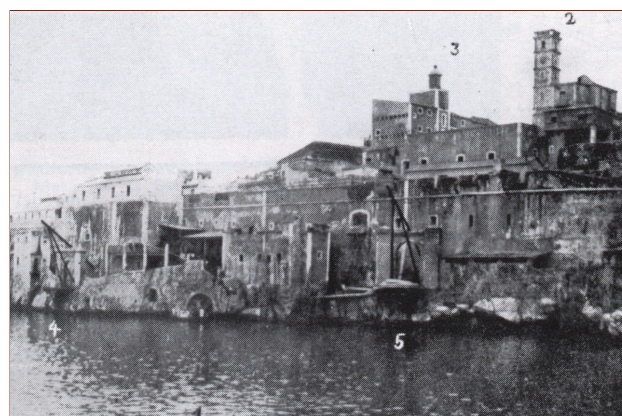
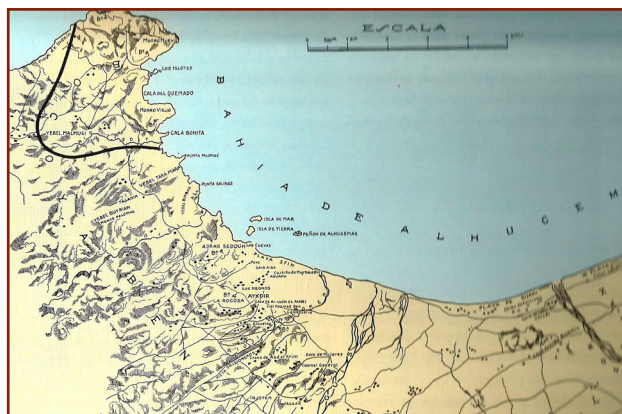
los meses de mayo, junio y julio de ese mismo año Planell participa, como observador, en varios bombardeos sobre diversos objetivos en las proximidades de la bahía de Algeciras.

### LA ISLA DE ALHUCEMAS

En el rincón occidental de la bahía de Alhucemas existen tres islotes pertenecientes a España: el peñón o isla de Alhucemas, el único habitado y a medio kilómetro de tierra con una extensión de 15.000 metros cuadrados de extensión, la isla de Mar y la isla de Tierra. Este grupo de isletas era conocido por los romanos con el nombre de "Ad Sex Insulas", los indígenas como "Hayerat en Nekor", los cabileños como "Busema" y los rifeños como "Tazrut Nekor". España tomó posesión de ellas en 1673 enviando una expedición compuesta por los navíos "San Carlos" y "San Agustín", a las órdenes del conde de Monte Sacro.

### DUELO ARTILLERO

Los preparativos que observan los harqueños enemigos en la isla hacen dar por seguro la realización de un desembarco el 20 de agosto de 1925. Todos los cañones de los rifeños apuntan hacia la isla y la cañonean con intensidad.



1ª Mapa Bahía de Alhucemas  
 2ª Foto peñón Alhucemas  
 3ª Tafersit, campamento hacia 1923  
 4ª Cañón Schneider 7,5

El fuego enemigo alarma a los mandos militares de Melilla, y el general Sanjurjo ordena que el acorazado "Alfonso XIII" se acerque a la costa y rompan fuego sus cañones de grueso calibre apoyando a la artillería de la isla.

El capitán Joaquín Planell Riera cuenta con las siguientes baterías:

Batería de San Luis, al mando del teniente Juan García Moreno. Cuenta con cuatro obuses de 15,5 con campo de tiro desde Morro Nuevo hasta la desembocadura del Nekor, con un alcance máximo de 12 km. y cadencia rápida de 60 a 65 disparos por pieza y hora.

Batería de San Andrés, mandada por el teniente Rufino Beltrán Vivar, con cuatro obuses de 10,5 con un alcance máximo de 8 km. Su campo de tiro va desde La Muela o Cuernos de Xauen a la desembocadura del Nekor y cadencia rápida de 60 disparos por pieza y hora.

Batería de San Carlos al mando del teniente Ricardo Alós Llorens, artillada con piezas de 7,5. Su campo de tiro va desde la izquierda de la Rocosa a la desembocadura del río Guis, y su cadencia es de 120 disparos por pieza y hora.

Batería de San Miguel y San Agustín, mandada por el teniente Ignacio Moyano Araitegui, con cuatro obuses de 15,5 y una pieza de 7,5 montada para tiro contra aeroplanos. Su campo de tiro va desde el Espalmadero a las proximidades de Quilates.

Batería de Santa Bárbara, al mando del teniente Miguel Varela Berenguer, artillada con piezas de 7,5. Su campo de tiro va desde la casa de Childi a la Rocosa, con un alcance de 5 km.

Batería de la Plaza de Armas, que manda el teniente don Manuel Tamayo Moro, con piezas de 7,5 y emplazadas en la plaza de Armas y los jardines del Gobierno Militar.

Batería de morteros de 15 mm, mandada por el alférez José Pagola Viriben. De material antiguo que dispara granadas ordinarias cargadas con pólvora negra.

... se le concede la Cruz Laureada de la Real y Militar Orden de San Fernando, por su heroico comportamiento en el bombardeo y ataque enemigo a la plaza Peñón de Alhucemas...

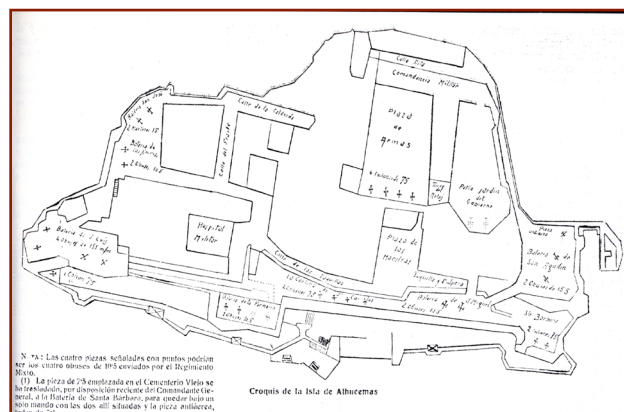


La Artillería enemiga que dispara contra la isla dispone de catorce asentamientos: en Morro Nuevo, Cala Quemada, Morro Viejo, Yebel Sellum, la Rocosa, loma de Prisioneros, Tafrás, loma de Teléfonos, los Morabos, y otros que no han podido identificarse. Disponen de material francés de calibre 7,5 muy moderno con granada rompedora; además emplean ametralladoras y morteros de trinchera completamente desenfilados.

El 20 de agosto de 1925 a las cinco y media de la tarde rompe el fuego el enemigo con gran alarde de puntería y precisión. Uno de los primeros proyectiles hiere en la cabeza al capitán Planell. Se niega ir a la enfermería porque ha visto pasar herido mortalmente al comandante militar coronel Monasterio, y cree que su presencia puede ser necesaria. Sin hacer caso a su herida, da órdenes desde su puesto de mando a todas las baterías. La herida consiste en una fractura de la bóveda craneal, con esquirlas e inclusión de un trozo de proyectil en las partes blandas del cerebro. El teniente médico intenta inútilmente retenerle, lo que no consigue, y Planell vuelve a curarse al hospital cuando cesa el fuego. Recorre las baterías con la cabeza vendada dando órdenes a sus tenientes, animándoles y felicitándoles por su comportamiento. A pesar de las condiciones ventajosas de la artillería enemiga, los rebeldes rifeños sufren uno de los más fuertes reveses en este duelo artillero.

En la noche del día 21 de agosto Planell es evacuado al Hospital de Melilla en donde queda hospitalizado para la curación de sus heridas. El día 29 del citado mes pasa al Hospital Militar de Barcelona, quedando de reemplazo por herido en la IV Región Militar. En 1926, de vuelta al servicio activo, pasa destinado al Regimiento Mixto de Artillería de Ceuta a la 2ª Batería de Montaña. En mayo del mismo año es destinado al Regimiento de Plaza y posición nº 2 de Barcelona. En octubre, en consideración a los méritos contraídos en las operaciones desarrolladas entre agosto de 1924 y octubre de 1925, es ascendido al empleo de comandante acatando la orden de Primo de Rivera. En enero de 1927 es destinado a la Fábrica Nacional de Productos Químicos "Alfonso XIII".

Por R.O. de 4 de mayo de 1927 (D.O. nº 100) se le concede la Cruz Laureada de la Real y Militar Orden de San Fernando, por su heroico comportamiento en el bombardeo y ataque enemigo a la plaza Peñón de Alhucemas en los días 20 y 21 de agosto de 1925 perteneciendo como Capitán a la Comandancia de Artillería de Melilla, siendo impuesta dicha conde-



1ª Croquis isla Alhucemas  
2ª obús Schneider 15,5

coración por S.M el Rey solemnemente en Madrid el día 15 de mayo de 1927.

En diciembre de 1928, como consecuencia de los enfrentamientos entre Primo de Rivera y el Arma de Artillería, Planell solicita el pase a la situación de disponible voluntario. Reingresado en el servicio activo, es destinado como agregado militar a la Embajada de España en Washington. En diciembre de 1930, tras la caída del dictador, Planell renunció al ascenso, volviendo al empleo de capitán. Por orden circular de 13 de febrero de 1933 se le concede el ascenso al empleo de Comandante de Artillería, siendo destinado al Regimiento de Costa n.º3, pasando después a la Comisión de Industrias Civiles de la Primera División, órgano responsable de la movilización industrial en caso de guerra.

Al comienzo de la Guerra Civil se encuentra de permiso en Altea (Alicante). Se niega a prestar servicio al Gobierno de la República, es detenido y encarcelado en la cárcel de Ventas (Madrid); logra escapar y se refugia sucesivamente en las embajadas de Panamá, Cuba y Francia. En 1937 pasa a zona nacional, y es destinado a la Comandancia General de Artillería, desde donde dirige las tareas de numerosas fábricas militares y civiles movilizadas.

Terminada la Guerra Civil es destinado a la Dirección General de Industria y Material. Por orden de 28 de junio de 1940 asciende a Teniente Coronel de Artillería, permaneciendo en el mismo destino. Entre 1940 y 1945 realiza varias comisiones a Italia, Suiza y Alemania para estudiar diversos procedimientos de fabricación. En agosto de 1943 deja el Arma de Artillería, ingresando en el Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción (Rama de Armamento). Hasta 1950 que asciende a Coronel ocupa el puesto de Presidente de la Empresa Nacional Calvo Sotelo, marchando a diferentes países europeos con objeto de realizar gestiones relacionadas con la producción de combustibles líquidos. En

... Se niega a prestar servicio al Gobierno de la República, es detenido y encarcelado en la cárcel de Ventas (Madrid); logra escapar y se refugia sucesivamente en las embajadas de Panamá, Cuba y Francia...

... recibe de manos del Ministro del Ejército el premio Daoíz correspondiente al quinquenio 1956-1963, en mérito al brillante historial militar y científico

1945 es nombrado Vicepresidente del Instituto Nacional de Industria hasta 1951, en que es nombrado Ministro de Industria. En 1955 asciende al empleo de General Subinspector del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción, y pasa a la situación de reserva por edad. En 1962 deja el cargo de Ministro de Industria por razones de salud. El 19 de mayo de 1963, en el Alcázar de Segovia, recibe de manos del Ministro del Ejército el premio Daoíz correspondiente al quinquenio 1956-1963, en mérito al brillante historial militar y científico.

El día 3 de julio de 1969 fallece en la plaza de Madrid el brillante militar, y por propia voluntad sus restos mortales descansan en el pueblo asturiano de Pola de Siero.



## BIBLIOGRAFIA

- ◇ Historia de la Artillería española de Jorge Vigón.
- ◇ Memoriales de artillería.
- ◇ Archivo General Militar de Segovia. Hoja de servicios.
- ◇ Revista España en sus héroes.
- ◇ Al pie de los cañones.

---

**El coronel D. Carlos Ramos Mateos, pertenece a la 259 promoción del Arma de Artillería y en la actualidad se encuentra en la situación de Retirado.**

---

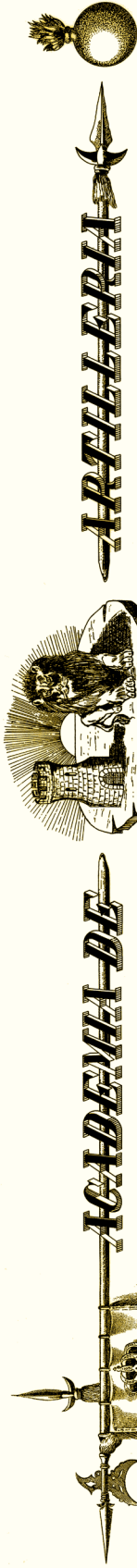
# A l h u r e m a s

20 y 21 de Agosto de 1925

**E**l día 20, el enemigo abrió el fuego intensa e inesperadamente contra la isla desde numerosos emplazamientos, con artillería, fusil y ametralladoras. El Capitán **D. Joaquín Planell Riera** que mandaba la artillería del Peñón, respondió inmediatamente al fuego, hasta que por explosión de una granada rompedora, que destrozó su puesto de mando, fué herido de gravedad en la cabeza. Se resistió a ser curado, y solo por la fuerza le fué vendada la herida. Antes de tres minutos recorría ya las baterías dando órdenes y arengándoles: ¡Artilleros! ¡Viva España! fueron sus primeras palabras, y con su ejemplo y entusiasmo influyó en cuantos le veían con la cara ensangrentada, casi sin vista, apoyándose en las paredes al recorrer los lugares más batidos por el enemigo, sin permitir ser acompañado, salvo alguna vez sostenido por su asistente. Sufrió una segunda herida en un brazo, a la vez que caían muertos o heridos muchos de sus subordinados, y se opuso repetidamente a ser hospitalizado, continuando el día 21 ejerciendo el mando con igual espíritu y eficacia, no obstante la progresiva agravación de las heridas. Fué casi preciso emplear la fuerza para que se hospitalizase, cumpliendo orden superior pedida por los Médicos; pero siguió asesorando al mando hasta ser evacuado. La duración e intensidad del extraordinario esfuerzo que realizó aumentaron extremadamente la primitiva gravedad de la herida de la cabeza.

El Teniente **D. Ignacio Aldayano Aratztegui**, se comportó también heroicamente al mando de una de las baterías que sufrió más de un tercio de bajas en el personal, conservando en todo momento con su ejemplo la disciplina y eficacia del fuego y apagando el de varios emplazamientos enemigos.

Ambos Oficiales fueron recompensados con la Cruz Laureada de San Fernando.



## Promociones del Cuerpo de Artillería

- AÑO 1856**  
 En 19 de abril.  
 D. Benigno Aznar y Cardocho
- En 30 de junio.  
 Promoción  
 D. Alejandro Ripera y Borja  
 D. Juan Rodríguez Sánchez  
 D. Manuel Sordo de la Torre  
 D. Juan Ollero y Carmona  
 D. Manuel Lomas y Nuña
- D. José Tomás Fidalgo  
 D. Francisco Alpi y Neriño  
 D. Eugenio Kovara y Escrofel  
 D. Félix Rodríguez Serrano  
 D. Basilio Fernández Grande  
 D. Enrique Barona y Ablero  
 D. Salvador Peña y Díaz  
 D. José Antonio y Fraus  
 D. Andrés Morales y Alonso  
 D. Arturo Alvarada y Falcón  
 D. Luciano Alvarado y García
- D. Pedro Casaus y Zoppra  
 D. José López Gora y Zarranz  
 D. Eusebio Díaz Carballo  
 D. Fernando Frère y Andradá.  
 D. Pedro Sotillo y Carrillo de Alvaraz  
 D. Fabián Navarro y Muñoz  
 D. Sebastián Escosón y Ortiz  
 D. Gerardo Cubero y Saiz  
 D. Eduardo Ferequín y Aranda  
 D. Luis Andradá y Wanderschilder  
 D. Tomás Afichtel y Osuna
- Segunda Promoción  
 D. Ramón García Espinola  
 D. Manuel Bonet y Celis  
 D. Carlos España y Cuyols  
 D. Francisco Villaral y Cervelo  
 D. José Fernández Hillaola y Curado  
 D. Felipe Arana y Cano  
 D. Francisco Pérez Vizcaino  
 D. Ricardo Navazo y Ruiz  
 D. Antonio Martí y Díaz de Jaurequi  
 D. José Miguel y Martí  
 D. José Arizumi y Aspíroz  
 D. Gustavo Barcoia y Herda  
 D. Eduardo Anatz y Garalda  
 D. Federico Domínguez y Añibarro
- En 19 de agosto  
 D. Francisco Rosales y Badino
- En 21 de diciembre.  
 D. Claudio Mier y Zamantillo  
 D. Agustín Martín Pedrero  
 D. Federico de la Escosura y Salvador
- D. Eduardo Reales y Zozaya  
 D. Pedro de la Praxela y Buceja  
 D. León Galán y Pérez  
 D. Vicente Rocha y Fontverilla  
 D. Guillermo Cabestany y González  
 D. Ramón Barcoia y Herdiquar  
 D. Joaquín Bolanco y Ralós  
 D. Tomas Montero y Comera  
 D. Eloy Puerta y Caraballo
- En 14 de agosto  
 D. Ramón Ruiz de la Torre  
 D. Ricardo Cañal y Pineda  
 D. Leopoldo Maza y Agut  
 D. Ricardo López Vera y Abra
- En 20 de diciembre  
 D. Francisco Díaz y López  
 D. Joaquín Santa María y Pizarro  
 D. José Tera y García  
 D. Enrique Fernández Guoara y Zaragoza  
 D. Enrique Moya y Berdois  
 D. Manuel García y Ramón  
 D. Joaquín Pined y Ramón  
 D. Leopoldo Garrido y Badino  
 D. Alvaro Roca de Arábá y Balal
- En 24 de diciembre  
 D. Aquilino Ferrer y Comunes y
- AÑO 1858**  
 En 17 de febrero  
 D. Joaquín Frère y Andrade  
 D. Eugenio Floran y Cabanas
- En 10 de julio  
 Promoción  
 D. Francisco López y Duque  
 D. Gabriel Hidal y Rabi  
 D. Luis González Ortiz  
 D. Diego León Solera y Escorbaldo  
 D. José González Andradá y  
 D. Ramón Alós y Tapuerta  
 D. Manuel Sánchez Salvador y  
 D. Cheverría
- En 24 de diciembre  
 D. Daniel Urduyari y Gotubeta  
 D. Joaquín Muro y Carbajal  
 D. Joaquín Becerra y Arnuso  
 D. Enrique Ferrás y Xarand  
 D. Juan Real y Real
- Segunda Promoción  
 D. Juan Gómez Molina y Pérez  
 D. Juanagorri  
 D. Antonio González Andradá y  
 D. Carrés de Alarcilla  
 D. Francisco Losal y Manzano  
 D. Enrique Graus y González  
 D. Ricardo Baralé y Fernández  
 D. Miguel Guillema y Mancho  
 D. Leandro Cubillo y Barano  
 D. Ramón Zamora y Morales  
 D. León Gómez y Añeas  
 D. Francisco Salda y Andradá  
 D. En de diciembre  
 D. José Carlos y Orri  
 D. José Tomás y Berra  
 D. Trinidad Alonso de Zúñiga  
 D. Enrique  
 D. Rafael Marquis y Ordo  
 D. Julián García Gutiérrez y  
 D. Antequa  
 D. Manuel Martínez Pizarra y  
 D. Pascual  
 D. José Villar y Corra  
 D. León González de la Riva y  
 D. Tres Palacios  
 D. Francisco Ferrer y Flores  
 D. Ramón Alós y Tapuerta  
 D. Aquilino González y González

# Abstract

## Training and use

### CAN UAV,S REPLACE FORWARD OBSERVERS?

In this article, I briefly explain the lines of investigation followed in my Final Degree Project to meet the requirements of the new curriculum to join the Army Officers Ranks. In the project, the tasks of both Forward Observers and Unmanned Aerial Vehicles are analyzed, and specifically their artillery capabilities. Finally, some synergies are presented for its combined use, together with the final conclusions.

### INDIRECT FIRE FLEXIBILITY

Although a fire system and its tactical use are two intimately related things, they are not synonyms. In this article, we are going to deal with the three possible tactical approaches and the principles which direct combat action. Then, we will differentiate between the fire system and its tactical use. Afterwards, we will analyze the indirect fire function. Finally, we will conclude with the specific features of the indirect fire command and control.

### LIGHT BATTERIES IN THE NEW ARTILLERY BATTALIONS IN THE ON-TRACKS MULTI-PURPOSE ORGANIZATIONAL BRIGADES

The new Brigade XI Field Artillery Battalion will undergo a significant reduction in the caliber of one of its batteries; it will also have to deal with a more difficult Fire control within the Battalion, as well as logistic changes, as a consequence of the introduction of two main materials completely different to work with. These changes are only some tactical and technical issues to be solved. The real change will have to take place in the minds and hearts of the members of the Field Artillery Battalion XI, which has been a Self-propelled Battalion for over 50 years, but it has had its Self-propulsion reduced since the beginning of 2016.

### COASTAL ARTILLERY DOCTRINE PUBLICATIONS

The Artillery Doctrine and Training Directorate (JADART), within the program established by the Materials, Organization and Doctrine Directorate (DIDOM), and with the collaboration of the Field Artillery Command (MACA) and the Coastal Artillery Regiment number 4 (RACTA 4), is carrying out a revision and update of Coastal Artillery doctrine publications.

### THE FIRE SUPPORT USED IN THE “SERVAL OPERATION”

In this article we analyze the “Serval Operation”, carried out in 2013 by the French Army in Mali, and specifically the Fire Support used in that operation. We summarize some Lessons Learned and draw some final conclusions.

### SKYDOR RECORDED DATA EXPLOITATION AND VISUAL DISPLAY

In order to improve the mission analysis of an Air Defense Unit, we have studied and improved the method used to exploit the SKYDOR Fire Control System recorded data, so that they can be

## Training and use

easily examined in an Excel table. Once this has been solved, we will add those data to a GIS (Graphical Information System), to allow their display on a map. Finally, we will look into the possibility to export them to a different GIS, which will enable their display as a sequence of events in a timeline.

### PATRIOT SYSTEM INTEGRATION IN THE AIR DEFENSE SYSTEM

This article analyzes the PATRIOT system integration into the National and Allied Air Defense System, after the experience of its deployment in Turkey, as well as its capabilities to combat both conventional and missile threats.

### ANALYSIS AND THOUGHTS IN THE FIELD ARTILLERY COMMAND 2016

This is the second article titled “Analysis and Thoughts” published in the “Memorial de Artillería” about the Field and Coastal Artillery situation in our Army. It is meant to be a continuation of the things mentioned in 2014, but from a different perspective. This time, following the “MIRADO” methodology (Materials, Infrastructure, Human Resources, Training, Doctrine and Organization), we will think about current Field and Coastal Artillery, and their not very far future.

### RECENTLY DISCOVERED MATERIAL REMAINS BELONGING TO DAOIZ AND VELARDE IN THE ALCAZAR OF SEGOVIA

This article describes how some textile remains were discovered in the funerary urns of our heroes Daoiz and Velarde, the research carried out to verify its authenticity, and the process undertaken to restore and maintain them

### QUADERNUM HISTORIAE XIII - HISTORY OF ARTILLERY OUTLINES (V) – FROM EMPIRICISM TO SCIENCE: THE FIRST WRITERS AND THE SPANISH ARTILLERY SCHOOLS.

As we have seen in the previous articles, Artillery gradually turned experience into a science in continuous progress. Once the Spanish Reconquest of Spain from the Moors was over, Artillery concepts changed into real science in the following two centuries. There were some issues to be solved regarding both tactics and manufacturing materials and black powders, but the fundamental one was cannons aiming and fires accuracy, which prompted a new physical-mathematical science specifically for the Artillery: ballistics.



Fotografía realizada por Javier Cebollada, redactor gráfico de la Agencia EFE, elegida entre las 14 mejores del mundo durante la semana de su toma, por la Agencia de Noticias NBC de Estados Unidos.

Representa una pieza de la 1ª Batería del Grupo de Artillería VII, haciendo fuego con munición Blase Bleed, durante el Ejercicio Trident Juncture 2015, llevado a cabo entre el 21 de octubre y 06 de noviembre de 2015, en el CENAD de San Gregorio. La principal finalidad de este ejercicio para la Brigada VJTF (Fuerza Conjunta de Muy Alta Disponibilidad) y del FA BN (GRUPO de Artillería) ha sido alcanzar el máximo nivel de instrucción (ÓPTIMO), de integración y de cohesión de las Unidades que forman parte de dicha Brigada.

Para el GACA VII ha supuesto un reto muy exigente al tener que proporcionar apoyos de fuego a Unidades de maniobra de muy diversas procedencias (nacionales e internacionales) y de muy diferente entidades (ligeras y mecanizadas), empleando el idioma inglés en el marco del ejercicio, como idioma oficial del FA BN y la BDE VJTF/NRF16, utilizándose oficiales de enlace en los diferentes PC,s del GRUPO.

Asimismo ha sido el último ejercicio que el GACA VII ha realizado como Grupo de Artillería Ligero, con tres Baterías orgánicas con Obús Light Gun, antes de transformarse en Grupo de Artillería Heterogéneo, al contar con dos materiales de distinto calibre (105mm Light-Gun y 155mm SIAC), para adoptar como primera Unidad de Artillería la estructura de BOP.





FUNDACIÓN

BIBLIOTECA DE CIENCIA Y ARTILLERÍA

**B e C a**

de Investigación

1ª Convocatoria

2016

# Fundación Biblioteca de Ciencia y Artillería.

La Fundación Biblioteca de Ciencia y Artillería es una entidad privada de interés general; sus fines fundamentales son la catalogación, conservación, digitalización y difusión de los fondos pertenecientes a la Biblioteca de la Academia de Artillería. Son sus patronos:



Fundación Biblioteca de Ciencia y Artillería.  
C/ San Francisco, 25. 40001 Segovia.  
Teléfono: 921 413 824.



[fundacionbca@gmail.com](mailto:fundacionbca@gmail.com)

[biblioacart@et.mde.es](mailto:biblioacart@et.mde.es)



[@fundacionbca](https://twitter.com/fundacionbca)

Consultar BASES: [www.fundacionbca.com](http://www.fundacionbca.com)

COLABORA:

**Bankia**



ACADEMIA DE ARTILLERÍA



PATRONATO ALCAZAR



AYUNTAMIENTO SEGOVIA



DIPUTACION SEGOVIA

EXPAL

EXPAL SYSTEMS



ACADEMIA SAN QUIRCE

# MEMORIAL DE ARTILLERÍA

## Normas de colaboración

### 1. Colaboradores

- Pueden colaborar en el Memorial de Artillería todas aquellas persona que presenten trabajos de interés e inéditos para la Artillería, y cuyos contenidos estén relacionados con Táctica, Técnica, Orgánica, Historia o en general, cualquier tipo de novedad que pueda ser de utilidad para el Arma.
- Las Unidades de Artillería pueden enviar como “Noticias del Arma”, los hechos más relevantes de la Unidad con un máximo de 1/2 página por evento, foto incluida.

### 2. Forma de presentación de las colaboraciones

- Los artículos no pueden contener datos considerados como clasificados.
- El título del trabajo no será superior a 12 palabras.
- La extensión máxima del artículo no podrá superar las 4.000 palabras.
- Su formato será DIN A-4 en WORD, letra Arial, tamaño 12, con 3 cm. en los cuatro márgenes.
- Todos los artículos que se remitan para su publicación en el Memorial de Artillería, deberán estar sujetos a la Ley de propiedad intelectual según se determina en el Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, comprometiéndose los autores al cumplimiento de la misma. A este fin, los artículos deberán incluir al igual que las imágenes, las fuentes consultadas.
- Asimismo, los artículos deben respetar la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.
- Los procedimientos reglamentarios, de todos conocidos, no deben formar parte del contenido de los artículos, aunque lógicamente sí se puede hacer alusión a los mismos como referencias.
- Los artículos deberán evitar el protagonismo gratuito de una determinada Unidad, de forma que pudiera llegar a interpretarse como propagandístico de la misma
- Las ilustraciones se remitirán en archivo independiente con una calidad de al menos 300 ppp y cualquier formato digi-

tal. Se indicará de forma clara y expresa su situación en el texto y el tamaño final propuesto, también se acompañará obligatoriamente del correspondiente pie de ilustración y la fuente de procedencia.

- Los artículos deberán incluir la bibliografía consultada y cuando sea preciso un glosario de términos.

- Los artículos podrán ser sometidos a correcciones gramaticales de texto y estilo, sin que afecten al contenido de los mismos.

- Al final de cada artículo se incluirá una síntesis con el rótulo “RESUMEN”. Formato igual al resto del artículo y con una extensión no superior a 8 líneas aproximadamente.

- Los autores, además del artículo deberán remitir una brevísimas reseña biográfica que incluya:

- \* Nombre y Apellidos.

- \* Empleo (sólo militares).

- \* Destino o Trabajo actual y cargo (sólo civiles).

- \* Diplomas o títulos que tengan alguna relación con el tema del artículo.

- \* Dirección, teléfono, e-mail, lotus de contacto.

### 3. Forma de remisión de los artículos

- Los artículos, fotografías e imágenes, serán remitidos a la siguiente dirección:

#### **E-mail:**

memorial-artilleria@et.mde.es

#### **Lotus Notes:**

Memorial de Artillería

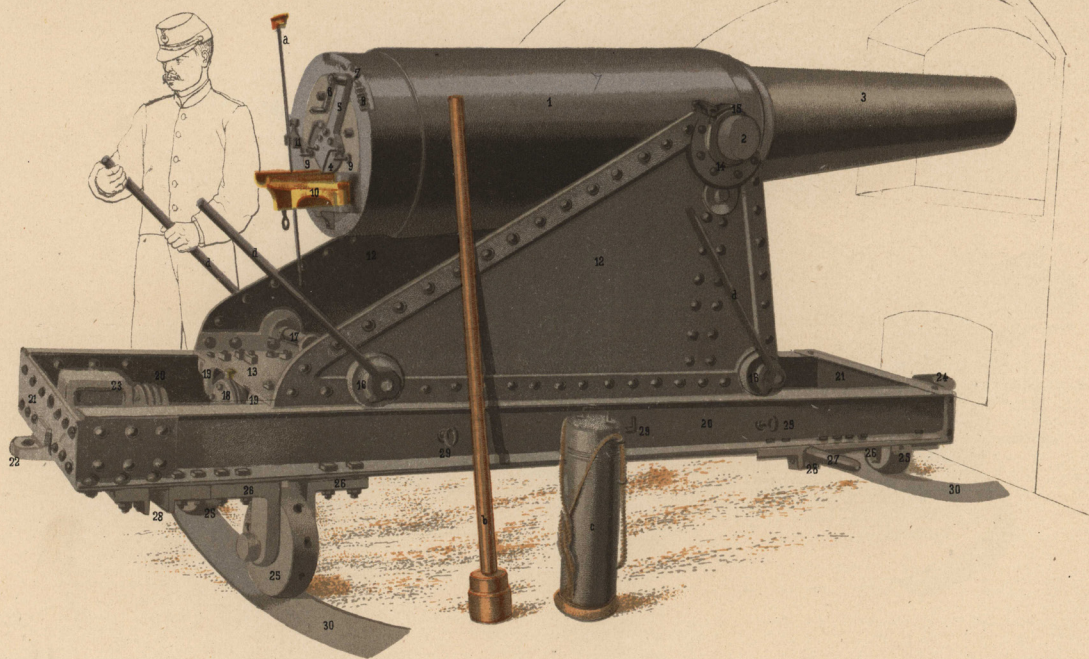
#### **Correo ordinario:**

Secretaría del Arma  
Academia de Artillería  
C/ San Francisco, 25  
40001, Segovia.

- La recepción de los artículos deberá tener entrada en la Secretaría del Arma (Academia de Artillería), entre el 10 de octubre y el 20 de abril para el Memorial de junio y entre el 21 de abril y el 9 de octubre para el Memorial de diciembre.



Imagen de Santa Bárbara del RAMIX 32



CAÑÓN DE HIERRO SUNCHADO DE 15 CENTÍMETROS Á CARGAR POR LA CULATA.—CUREÑA Y MARCO DE CHAPA MODELO 1878.

<p><b>CAÑÓN</b></p> <p>1 Primer cuerpo (7 cuñacos). 2 Muñones. 3 Segundo cuerpo ó caña. 4 Pisto exterior del cierre. 5 Palanca del cierre.</p>	<p>6 Manivela. 7 Píñon. 8 Arco dentado. 9 Doble-escarpas. 10 Teja. 11 Grapa de suspensión del alza.</p>	<p><b>CUREÑA</b></p> <p>12 Guáldaras. 13 Solera de contra. 14 Muñoneras. 15 Sobremuñoneras. 16 Ruedas. 17 Eje.</p>	<p><b>MARCO</b></p> <p>18 Pistillo del cuerpo de bomba. 19 Topes (2). 20 Brazales. 21 Palancas (4). 22 Cáncamo. 23 Topes elásticos (2).</p>	<p>24 Argollín de visagra. 25 Ruedas. 26 Soportes de las ruedas. 27 Eje de transporte. 28 Doble escudras. 29 Cáncamo y gancho porta-palancas. 30 Carriles.</p>	<p><b>JUEGOS DE ARMAS</b></p> <p>a Alza. b Atizador. c Guarda-fuegos. d Palancas de llave.</p>	<p><b>MARCAS DE NOMENCLATURA Ó SERVICIO</b></p> <p>Cañón.... G. H. S. de 15 Cm. Cc. Cureña.... M. 1878. Marco.... M. 1878.</p>
--	---	--	---	--	--	--